

INTERNATIONAL  
STANDARD

**ISO**  
**1925**

NORME  
INTERNATIONALE

Fourth edition  
Quatrième édition  
2001-04-01

---

---

**Mechanical vibration — Balancing —  
Vocabulary**

**Vibrations mécaniques — Équilibrage —  
Vocabulaire**



Reference number  
Numéro de référence  
ISO 1925:2001(E/F)

© ISO 2001

**PDF disclaimer**

This PDF file may contain embedded typefaces. In accordance with Adobe's licensing policy, this file may be printed or viewed but shall not be edited unless the typefaces which are embedded are licensed to and installed on the computer performing the editing. In downloading this file, parties accept therein the responsibility of not infringing Adobe's licensing policy. The ISO Central Secretariat accepts no liability in this area.

Adobe is a trademark of Adobe Systems Incorporated.

Details of the software products used to create this PDF file can be found in the General Info relative to the file; the PDF-creation parameters were optimized for printing. Every care has been taken to ensure that the file is suitable for use by ISO member bodies. In the unlikely event that a problem relating to it is found, please inform the Central Secretariat at the address given below.

**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

© ISO 2001

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either ISO at the address below or ISO's member body in the country of the requester. / Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Printed in Switzerland/Imprimé en Suisse

## Foreword

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

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 3.

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

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard ISO 1925 was prepared by Technical Committee ISO/TC 108, *Mechanical vibration and shock*, Subcommittee SC 1, *Balancing, including balancing machines*.

This fourth edition cancels and replaces the third edition (ISO 1925:1990) and incorporates ISO 1925:1990/Amd.1:1995 and ISO 1925:1990/DAMD.2.

Annex A of this International Standard is for information only.



## Avant-propos

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

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

La Norme internationale ISO 1925 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, sous-comité SC 1, *Équilibrage, y compris les machines à équilibrer*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 1925:1990) et comprend les amendements ISO 1925:1990/Amd.1:1995 et ISO 1925:1990/DAmD.2.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

## Mechanical vibration — Balancing — Vocabulary

### Scope

This International Standard establishes, in English and in French, a vocabulary on balancing. An alphabetical index is provided for each of the two languages.

A general vocabulary on vibration and shock is given in ISO 2041.

NOTE Terms in boldface in the definitions are themselves defined elsewhere in this vocabulary.

Annex A gives an illustrated guide to balancing machine terminology and includes equivalent terms in English, French and German.

### Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 2953, *Mechanical vibration — Balancing machines — Description and evaluation.*

ISO 11342:1998, *Mechanical vibration — Methods and criteria for the mechanical balancing of flexible rotors.*

## Vibrations mécaniques — Équilibrage — Vocabulaire

### Domaine d'application

La présente Norme internationale établit le vocabulaire de l'équilibrage, en anglais et en français. Elle comprend un index alphabétique pour chacune de ces deux langues.

Un vocabulaire général de vibrations et chocs est donné dans l'ISO 2041.

NOTE Les termes écrits en caractères gras dans les définitions sont eux-mêmes déjà définis dans le présent vocabulaire.

L'annexe A donne un guide illustré de la terminologie de la machine à équilibrer ainsi que les termes équivalents en anglais, français et allemand.

### Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 2953, *Vibrations mécaniques — Machines à équilibrer — Description et évaluation.*

ISO 11342:1998, *Vibrations mécaniques — Méthodes et critères pour l'équilibrage mécanique des rotors flexibles.*

## 1 Mechanics

### 1.1 centre of mass

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

[ISO 2041:1990, 1.31]

### 1.2 principal inertia axes

coordinate directions corresponding to the principal moments of inertia  $I_{x_i x_j}$  ( $i = j$ )

NOTE 1 For each set of Cartesian coordinates at a given point, the values of the six moments of inertia  $I_{x_i x_j}$  ( $i, j = 1, 2, 3$ ) of a body are in general unequal; for one such coordinate system, the moments  $I_{x_i x_j}$  ( $i \neq j$ ) vanish.

NOTE 2 The values of  $I_{x_i x_j}$  ( $i = j$ ) for this particular coordinate system are called the principal moments of inertia and the corresponding coordinate directions are called the principal inertia axes.

NOTE 3

$$I_{x_i x_j} = \int_m x_i x_j \, dm, \text{ if } i \neq j$$

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

where

$$r^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$$

$x_i, x_j$  are Cartesian coordinates.

NOTE 4 If the point under consideration is the **centre of mass** (1.1) of the body, the axes and moments are called central principal axes and central principal moments of inertia, respectively.

NOTE 5 In balancing, the term principal inertia axis is used to designate the central principal axis (of the three such axes) most nearly coincident with the **shaft axis** (2.7) of the rotor, and is sometimes referred to as the balance axis or the mass axis.

### 1.3 critical speed resonant speed

characteristic speed at which resonance of a system is excited

## 1 Mécanique

### 1.1 centre de masse

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

[ISO 2041:1990, 1.31]

### 1.2 axes principaux d'inertie

directions des axes de coordonnées correspondant aux principaux moments d'inertie  $I_{x_i x_j}$  ( $i = j$ )

NOTE 1 Pour chaque ensemble de coordonnées cartésiennes relatives à un point donné, les valeurs des six moments d'inertie d'un corps  $I_{x_i x_j}$  ( $i, j = 1, 2, 3$ ) sont en général inégales; pour un certain système de coordonnées, les moments  $I_{x_i x_j}$  ( $i \neq j$ ) sont nuls.

NOTE 2 Les valeurs de  $I_{x_i x_j}$  ( $i = j$ ) pour ce système de coordonnées particulières s'appellent les moments principaux d'inertie et les directions des axes correspondants s'appellent les axes principaux d'inertie.

NOTE 3

$$I_{x_i x_j} = \int_m x_i x_j \, dm, \text{ si } i \neq j$$

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

où

$$r^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$$

$x_i, x_j$  sont des coordonnées cartésiennes.

NOTE 4 Si le point considéré est le **centre de masse** (1.1) du corps, les axes et les moments sont appelés respectivement axes centraux principaux d'inertie et moments centraux principaux d'inertie.

NOTE 5 En équilibrage, le terme axe principal d'inertie est utilisé pour désigner l'axe central principal d'inertie (parmi les trois axes centraux principaux) le plus proche de l'**axe de l'arbre** (2.7) du rotor; on le considère quelquefois comme axe d'équilibrage ou axe de la masse.

### 1.3 vitesse critique vitesse de résonance

vitesse de rotation qui provoque la résonance

NOTE 1 For resonance, see ISO 2041:1990, 2.72. Also see ISO 2041:1990, 2.80 for undamped natural frequency.

NOTE 2 The evaluation of a critical/resonant speed will depend on the measurement parameter used, such as displacement, velocity and acceleration.

NOTE 3 In the context of balancing, a critical speed/resonant speed relates to the once-per-revolution component of vibration.

#### 1.4 axis of rotation

instantaneous line about which a body rotates

NOTE 1 If the bearings are anisotropic, there is no stationary axis of rotation.

NOTE 2 In the case of rigid bearings, the axis of rotation is the **shaft axis** (2.7), but if the bearings are not rigid, the axis of rotation is not necessarily the shaft axis.

## 2 Rotor systems

### 2.1 rotor

body capable of rotation

NOTE The term rotor is sometimes applied to, for example, a disk-like mass that has no journals (for example a fly-wheel). In the sense of the definition 2.1, such a disk-like mass becomes a rotor for the purpose of **balancing** (4.1) only when it is placed on a shaft with **journals** (2.4) that can be supported by bearings.

### 2.2 rigid rotor

**rotor** (2.1) whose deflection caused by a given unbalance distribution is below acceptable limits at any speed up to the maximum service speed

NOTE A rotor which qualifies as a rigid rotor under one set of conditions, such as service speed and **initial unbalance** (3.11), might not qualify as rigid under other conditions.

### 2.3 flexible rotor

**rotor** (2.1) not considered to be rigid because of elastic deflection

### 2.4 journal

that part of a **rotor** (2.1) which is supported radially and/or guided by a bearing in which it rotates

NOTE 1 Pour résonance, voir ISO 2041:1990, 2.72. Voir également ISO 2041:1990, 2.80 pour fréquence propre non amortie.

NOTE 2 La valeur de la vitesse critique/vitesse de résonance dépend de la grandeur par laquelle elle est définie, telle que déplacement, vitesse, accélération.

NOTE 3 Dans la procédure d'équilibrage, la vitesse critique/vitesse de résonance est définie par la composante dont la fréquence est égale à la fréquence de rotation.

#### 1.4 axe de rotation

ligne instantanée autour de laquelle tourne le corps

NOTE 1 Si les paliers sont anisotropes, il n'y a pas d'axe de rotation fixe.

NOTE 2 Dans le cas de paliers rigides, l'axe de rotation est l'**axe de l'arbre** (2.7), mais si les paliers ne sont pas rigides, l'axe de rotation n'est pas nécessairement l'axe de l'arbre.

## 2 Systèmes de rotors

### 2.1 rotor

système susceptible d'être animé d'un mouvement de rotation

NOTE Un élément en forme de disque, sans tourillon (un volant par exemple) peut être un rotor. Au sens de la définition 2.1, une telle masse en forme de disque devient un rotor pour l'**équilibrage** (4.1) uniquement lorsqu'elle est placée sur un arbre ayant des **tourillons** (2.4) éventuellement supportés par des paliers.

### 2.2 rotor rigide

**rotor** (2.1) dont les déformations de flexion, dues à une distribution de balourds donnée, restent dans des limites acceptables, quelle que soit sa vitesse de rotation inférieure ou égale à sa vitesse de service minimale

NOTE Un rotor qui est qualifié de rotor rigide dans un ensemble de conditions, telles que vitesse de service et **balourd initial** (3.11), peut ne pas être qualifié de rigide dans d'autres conditions.

### 2.3 rotor flexible

**rotor** (2.1) qui n'est pas considéré comme rigide, en raison de sa déformation de flexion

### 2.4 tourillon

partie d'un **rotor** (2.1) par laquelle il est supporté et/ou guidé dans un coussinet et dans lequel elle tourne

**2.5**  
**journal axis**

mean straight line joining the centroids of cross-sectional contours of a **journal** (2.4)

**2.6**  
**journal centre**

intersection of the **journal axis** (2.5) and the radial plane of the **journal** (2.4) where the resultant transverse bearing force acts

**2.7**  
**shaft (rotor) axis**

straight line joining the **journal centres** (2.6)

**2.8**  
**inboard rotor**

two-journal **rotor** (2.1) which has its **centre of mass** (1.1) between the **journals** (2.4)

NOTE For a precise description of the rotor, it may be necessary to state positions of the centre of mass and of the **correction planes** (4.8).

**2.9**  
**outboard rotor**

two-journal **rotor** (2.1) which has its **centre of mass** (1.1) located other than between the **journals** (2.4)

NOTE See note to 2.8.

**2.9.1**  
**overhung**

location outside bearing span

EXAMPLES Overhung mass, overhung correction plane.

NOTE See note to 2.8.

**2.10**  
**perfectly balanced rotor**

ideal **rotor** (2.1) which has zero **unbalance** (3.1)

**2.11**  
**mass eccentricity**

distance between the **centre of mass** (1.1) of a **rigid rotor** (2.2) and the **shaft axis** (2.7)

NOTE See also 3.15.

**2.12**  
**local mass eccentricity**

for small axial elements cut from a **rotor** (2.1) perpendicular to the **shaft axis** (2.7), the distance of the **centre of mass** (1.1) of each element from the shaft axis

**2.5**  
**axe du tourillon**

droite moyenne joignant les barycentres des sections droites extrêmes du **tourillon** (2.4)

**2.6**  
**centre du tourillon**

intersection de l'**axe du tourillon** (2.5) et du plan radial à l'**axe du tourillon** (2.4) où s'exerce la force transversale d'appui résultante

**2.7**  
**axe de l'arbre (du rotor)**

ligne droite joignant le **centre des tourillons** (2.6)

**2.8**  
**rotor entre paliers**

**rotor** (2.1) à deux **tourillons** (2.4) qui a son **centre de masse** (1.1) entre les deux tourillons

NOTE Pour une description précise du rotor, il peut être nécessaire de définir les positions du centre de masse et des **plans de correction** (4.8).

**2.9**  
**rotor en porte à faux**

**rotor** (2.1) à deux **tourillons** (2.4) dont le **centre de masse** (1.1) est situé à l'extérieur des tourillons

NOTE Voir la note en 2.8.

**2.9.1**  
**porte-à-faux**

position extérieure à la portée du palier

EXEMPLES Masse en porte à faux, plan de correction du porte-à-faux.

NOTE Voir la note en 2.8.

**2.10**  
**rotor parfaitement équilibré**

**rotor** (2.1) idéal ayant un **balourd** (3.1) nul

**2.11**  
**excentricité de masse**

distance entre le **centre de masse** (1.1) d'un **rotor rigide** (2.2) et l'**axe de l'arbre** (2.7)

NOTE Voir aussi 3.15.

**2.12**  
**excentricité locale de masse**

pour de petits éléments axiaux découpés dans un **rotor** (2.1), perpendiculairement à l'**axe de l'arbre** (2.7), la distance du **centre de masse** (1.1) de chaque élément par rapport à l'axe de l'arbre

### 2.13 bearing support

part, or series of parts, that transmits the load from the bearing to the main body of the structure

### 2.14 foundation

structure that supports the mechanical system

NOTE In the context of the **balancing** (4.1) and vibration of rotating machines, the term foundation is usually applied to the heavy base structure on which the whole machine is mounted.

### 2.15 quasi-rigid rotor

**flexible rotor** (2.3) that can be satisfactorily balanced below a speed where significant flexure of the rotor occurs

### 2.16 balancing speed

rotational speed at which a **rotor** (2.1) is balanced

### 2.17 service speed

rotational speed at which a **rotor** (2.1) operates in its final installation or environment

### 2.18 slow-speed runout

runout measured on a **rotor** (2.1) surface at a low speed; i.e. a speed where no significant vibration occurs caused by **unbalance** (3.1)

NOTE 1 The once-per-revolution component of slow-speed runout is often measured so that it can be subtracted vectorially from a subsequent measurement taken on the same surface at a higher speed to isolate the component of the measurement caused by unbalance.

NOTE 2 A slow-speed runout may contain mechanical and electrical components.

### 2.19 electrical runout

certain errors which may be introduced into runout measurements when using non-contacting sensors

NOTE Such errors can arise from residual magnetism or electrical inhomogeneity in the measured component or other effects which affect the calibration of the sensor.

### 2.13 support du palier

partie ou ensemble des parties qui transmettent la charge du palier au corps principal de la structure

### 2.14 assise

structure sur laquelle repose le système mécanique

NOTE En matière d'**équilibrage** (4.1) et de vibrations de machines tournantes, l'assise est habituellement la structure de base lourde sur laquelle la machine est montée.

### 2.15 rotor quasi rigide

**rotor flexible** (2.3) que l'on peut équilibrer de façon satisfaisante à une vitesse inférieure à celle à laquelle se produit une flexion significative du rotor

### 2.16 vitesse d'équilibrage

vitesse de rotation à laquelle un **rotor** (2.1) est équilibré

### 2.17 vitesse de service

vitesse de rotation à laquelle un **rotor** (2.1) fonctionne lorsqu'il est installé dans son environnement définitif

### 2.18 excentricité à basse vitesse

excentricité mesurée sur la surface du **rotor** (2.1) à basse vitesse, c'est-à-dire à une vitesse pour laquelle il n'existe aucune vibration significative due au **balourd** (3.1)

NOTE 1 La composante «par tour» de l'excentricité à basse vitesse est souvent mesurée de sorte qu'elle puisse être soustraite vectoriellement de la mesure suivante prise sur la même surface à vitesse plus élevée afin de séparer la composante de la mesure provoquée par le balourd.

NOTE 2 Une excentricité à basse vitesse peut contenir des composantes mécaniques et des composantes électriques.

### 2.19 excentricité électrique

certaines erreurs pouvant être introduites dans les mesures d'excentricité lorsqu'on utilise des capteurs sans contact

NOTE De telles erreurs peuvent se produire à cause du magnétisme résiduel ou de défaut d'homogénéité électrique pour la composante mesurée ou à cause d'autres facteurs affectant l'étalonnage du détecteur.

**2.20**  
**total indicated runout**

difference between the maximum and minimum values of the radii of the boundary of a planar surface, when they are measured from a fixed **axis of rotation** (1.4) normal to the plane

**2.21**  
**fitment**

component without its own shaft which has to be mounted on a shaft or **mandrel** (8.2) so that its **unbalance** (3.1) can be determined

EXAMPLES Couplings, pulleys, pump impellers, blower fans and grinding wheels.

**2.22**  
**isotropic bearing support**  
**bearing support** (2.13) having the same dynamic characteristics in any radial direction

**2.23**  
**spigot**  
rabbet  
pilot  
type of interface used in the coupling of **rotor** (2.1) components to maintain concentricity

**2.24**  
**half-key**  
key used in balancing, having the **unbalance** (3.1) value of the portion of the final (full) key which will occupy either the shaft keyway or the fitment keyway in the final assembly

NOTE 1 The unbalance value of the half-key for a given shaft can differ from that needed for the mating fitment for equal keyway length owing to differences in distance from the shaft centreline, depth of keyways and clearances.

NOTE 2 The required unbalance value for a half-key may be calculated by assuming that the full key is separated into two half-keys along the contoured parting line between shaft and fitment, taking half the height clearances of key and keyway in each of the key halves into consideration (see Figure 1).

**2.20**  
**excentricité totale indiquée**  
différence entre les valeurs minimale et maximale des rayons de la périphérie d'une surface plane lorsqu'ils sont mesurés à partir d'un **axe de rotation** (1.4) fixe normal au plan

**2.21**  
**accessoire**  
élément ne disposant pas d'arbre propre et devant être monté sur un arbre ou un **faux arbre** (8.2) avant de pouvoir déterminer son **balourd** (3.1)

EXEMPLES Accouplements, poulies, hélices de pompes, ventilateurs, roues de meules.

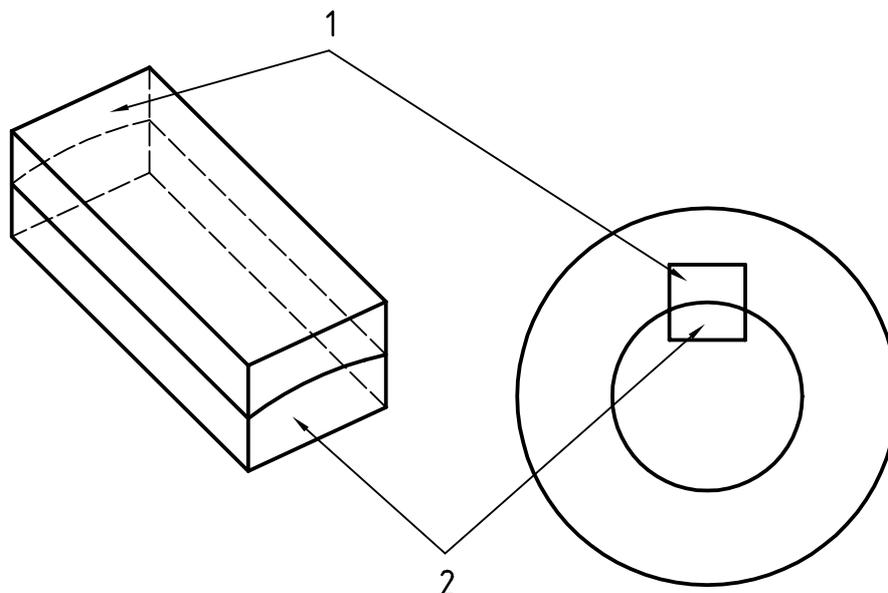
**2.22**  
**support de palier isotrope**  
**support de palier** (2.13) ayant les mêmes caractéristiques dynamiques quelle que soit la direction radiale

**2.23**  
**goujon**  
épaulement  
pion de centrage  
type d'interface utilisée dans l'accouplement des composants d'un **rotor** (2.1) servant à maintenir la concentricité

**2.24**  
**demi-clavette**  
clavette utilisée pour l'équilibrage ayant la valeur de **balourd** (3.1) de la partie de la clavette (complète) qui occupera dans l'assemblage final soit la rainure de clavette de l'arbre, soit celle de l'accessoire

NOTE 1 La valeur de balourd résultant de la demi-clavette peut être différente de celle utilisée pour la pièce montée sur l'arbre; la différence peut être due à la longueur de la clavette, à la rainure et à sa profondeur, aux distances à l'axe du rotor, aux jeux.

NOTE 2 La valeur de balourd résultant de la demi-clavette peut être calculée en admettant que la clavette complète est divisée en deux demi-clavettes le long de la ligne du contour de partage entre l'arbre et la pièce rapportée, et en prenant la moitié du jeu radial entre la clavette et la rainure pour chaque moitié de clavette (voir Figure 1).

**Key**

- 1 Half-key for fitment
- 2 Half-key for shaft

**Légende**

- 1 Demi-clavette pour la pièce rapportée
- 2 Demi-clavette pour l'arbre

**Figure 1 — Contoured half-key set****Figure 1 — Définition des demi-clavettes pour l'équilibrage****3 Unbalance**

NOTE The definitions in this clause apply to rigid rotors. They may also apply to flexible rotors, but see clause 6.

**3.1 unbalance**

*U*  
condition which exists in a **rotor** (2.1) when vibration force or motion is imparted to its bearings as a result of centrifugal forces

NOTE 1 See the note above.

NOTE 2 The term unbalance is sometimes used as a synonym for **amount of unbalance** (3.3), or **unbalance vector** (3.5).

NOTE 3 The term imbalance is sometimes used in place of unbalance, but this is deprecated.

NOTE 4 Unbalance will, in general, be distributed throughout the rotor but can be reduced to

**3 Déséquilibre — Balourd<sup>1)</sup>**

NOTE Les définitions du présent article s'appliquent aux rotors rigides. Elles peuvent également s'appliquer aux rotors flexibles, mais voir l'article 6.

**3.1 déséquilibre balourd**

*U*  
état dans lequel se trouve un **rotor** (2.1) quand, par suite de forces centrifuges, une force ou un mouvement vibratoire est communiqué à ses paliers

NOTE 1 Voir la note ci-dessus.

NOTE 2 Le terme «balourd» est parfois employé comme synonyme de **module du balourd** (3.3) ou **vecteur balourd** (3.5).

NOTE 3 En anglais, le terme «imbalance» est parfois utilisé à la place de «unbalance», mais il est déconseillé.

NOTE 4 Le balourd est en général réparti à travers tout le rotor, mais peut se réduire

1) Au terme anglais «unbalance» correspondent deux termes en français: «déséquilibre» et «balourd».

- a) **resultant unbalance** (3.12) and **resultant moment unbalance** (3.13), described by three unbalance vectors in three specified planes, or
- b) **dynamic unbalance** (3.9), described by two unbalance vectors in two specified planes.

**3.2  
unbalance mass**

mass whose centre is at a distance from the **shaft axis** (2.7)

**3.3  
amount of unbalance**

product of the **unbalance mass** (3.2) and the distance (radius) of its **centre of mass** (1.1) from the **shaft axis** (2.7)

NOTE Units of amount of unbalance are gram millimetres (g·mm).

**3.4  
angle of unbalance**

polar angle at which an unbalance mass is located with reference to the given rotating coordinate system, fixed in a plane perpendicular to the **shaft axis** (2.7) and rotating with the **rotor** (2.1)

**3.5  
unbalance vector**

vector whose magnitude is the **amount of unbalance** (3.3) and whose direction is the **angle of unbalance** (3.4)

**3.6  
static unbalance**

condition of **unbalance** (3.1) for which the **central principal axis** (1.2) is only displaced parallel to the **shaft axis** (2.7)

**3.7  
quasi-static unbalance**

condition of **unbalance** (3.1) for which the **central principal axis** (1.2) intersects the **shaft axis** (2.7) at a point other than the **centre of mass** (1.1)

**3.8  
couple unbalance**

condition of **unbalance** (3.1) for which the **central principal axis** (1.2) intersects the **shaft axis** (2.7) at the **centre of mass** (1.1)

NOTE The quantitative measure of couple unbalance can be given by the vector sum of the moments of the two **dynamic unbalance** (3.9) vectors about a reference point on the shaft axis.

NOTE 2 If **static unbalance** (3.6) in a **rotor** (2.1) is corrected in any single plane other than that containing the

- a) à un **balourd résultant** (3.12) et à un **moment résultant de balourds** (3.13) décrits par trois vecteurs balourds dans trois plans donnés, ou
- b) à un **balourd dynamique** (3.9), décrit par deux vecteurs balourds dans deux plans donnés.

**3.2  
masse du balourd**

masse dont le centre est éloigné de l'**axe de l'arbre** (2.7)

**3.3  
module du balourd**

produit de la **masse du balourd** (3.2) par la distance (rayon) de son **centre de masse** (1.1) à l'**axe de l'arbre** (2.7)

NOTE Le module du balourd s'exprime en grammes millimètres (g·mm).

**3.4  
angle du balourd**

angle polaire repérant la position de la masse du balourd dans un système donné de coordonnées polaires se trouvant dans un plan perpendiculaire à l'**axe de l'arbre** (2.7) et tournant avec le **rotor** (2.1)

**3.5  
vecteur balourd**

vecteur défini par son module égal au **module du balourd** (3.3) et son angle égal à l'**angle du balourd** (3.4)

**3.6  
déséquilibre statique**

état de **déséquilibre** (3.1) tel que l'**axe central principal d'inertie** (1.2) est uniquement déplacé parallèlement à l'**axe de l'arbre** (2.7)

**3.7  
déséquilibre quasi statique**

état de **déséquilibre** (3.1) tel que l'**axe central principal d'inertie** (1.2) coupe l'**axe de l'arbre** (2.7) en un point autre que le **centre de masse** (1.1)

**3.8  
couple de balourds**

lorsque l'**axe central principal d'inertie** (1.2) coupe l'**axe de l'arbre** (2.7) au **centre de masse** (1.1), l'état de déséquilibre est caractérisé par un couple de balourds

NOTE 1 La mesure quantitative d'un couple de balourds peut être donnée par le vecteur somme des moments des deux vecteurs de **déséquilibre dynamique** (3.9) par rapport à un point de référence sur l'axe de l'arbre.

NOTE 2 Si le **déséquilibre statique** (3.6) d'un **rotor** (2.1) est corrigé dans un seul plan autre que celui contenant

reference point, the couple unbalance will be changed.

NOTE 3 Units of couple unbalance are gram millimetres squared ( $\text{g}\cdot\text{mm}^2$ ; i.e.  $\text{g}\cdot\text{mm}\cdot\text{mm}$ ) wherein the second length dimension refers to the distance between the measuring planes.

### 3.9 dynamic unbalance

condition in which the central principal axis (see 1.2) has any position relative to the **shaft axis** (2.7)

NOTE 1 In special cases it may be parallel to or may intersect the shaft axis.

NOTE 2 The quantitative measure of dynamic unbalance can be given by two complementary **unbalance vectors** (3.5) in two specified planes (perpendicular to the shaft axis) which completely represent the total **unbalance** (3.1) of the **rotor** (2.1).

### 3.10 residual unbalance final unbalance

**unbalance** (3.1) of any kind that remains after **balancing** (4.1)

### 3.11 initial unbalance

**unbalance** (3.1) of any kind that exists in the **rotor** (2.1) before **balancing** (4.1)

### 3.12 resultant unbalance

$U_r$   
vector sum of all **unbalance vectors** (3.5) distributed along the **rotor** (2.1)

NOTE See notes to 3.13.

### 3.13 resultant moment (couple) unbalance

$C_r$   
vector sum of the moments of all the **unbalance vectors** (3.5) distributed along the **rotor** (2.1) about the plane of the **resultant unbalance** (3.12)

NOTE 1 The resultant unbalance together with the resultant moment (couple) unbalance describe the unbalance state of a **rigid rotor** (2.2) completely.

NOTE 2 The resultant unbalance vector is not related to a particular radial plane, but the amount and angular direction of the resultant moment (couple) unbalance depends on the axial location chosen for resultant unbalance.

NOTE 3 The resultant unbalance vector is the vector sum of the complementary unbalance vectors of the **dynamic unbalance** (3.9).

le point de référence, le couple de balourds sera modifié.

NOTE 3 Un couple de balourds s'exprime en grammes millimètres au carré ( $\text{g}\cdot\text{mm}^2$ , c'est-à-dire  $\text{g}\cdot\text{mm}\cdot\text{mm}$ ); cette grandeur prend en compte (seconde dimension d'unité de longueur) la distance entre les plans dans lesquels sont situés les balourds.

### 3.9 déséquilibre dynamique

état dans lequel l'axe central principal d'inertie (voir 1.2) se trouve dans n'importe quelle orientation par rapport à l'**axe de l'arbre** (2.7)

NOTE 1 Dans des cas particuliers, il peut être parallèle à l'axe de l'arbre, ou encore couper celui-ci.

NOTE 2 La mesure quantitative du déséquilibre dynamique peut être donnée par deux **vecteurs balourds** (3.5) complémentaires dans deux plans spécifiés (perpendiculaires à l'axe de l'arbre), vecteurs représentant complètement le **balourd** (3.1) total du **rotor** (2.1).

### 3.10 balourd résiduel balourd final

**balourd** (3.1) de tout type qui subsiste après l'**équilibrage** (4.1)

### 3.11 balourd initial

**balourd** (3.1) de tout type existant dans le **rotor** (2.1) avant l'**équilibrage** (4.1)

### 3.12 balourd résultant

$U_r$   
vecteur égal à la somme des **vecteurs balourds** (3.5) répartis le long du **rotor** (2.1)

NOTE Voir notes en 3.13.

### 3.13 moment résultant (couple) de balourd

$C_r$   
vecteur égal à la somme des moments de tous les **vecteurs balourds** (3.5) répartis le long du **rotor** (2.1), par rapport au plan du **balourd résultant** (3.12)

NOTE 1 Le balourd résultant et le moment résultant (couple) de balourd permettent de décrire complètement l'état de déséquilibre d'un **rotor rigide** (2.2).

NOTE 2 Le vecteur balourd résultant n'est pas lié à un plan radial particulier, mais le module et la position angulaire du moment résultant (couple) de balourd dépendent de la position axiale choisie du balourd résultant.

NOTE 3 La vecteur balourd résultant est un vecteur qui résulte de la somme des vecteurs balourds complémentaires du **déséquilibre dynamique** (3.9).

NOTE 4 The resultant moment (couple) unbalance is often expressed as a pair of unbalance vectors of equal magnitude, but opposite directions, in any two different radial planes.

### 3.14 unbalance couple

resultant couple of the system of centrifugal forces of all mass elements of the **rotor** (2.1) for the case where the resultant unbalance force is zero

### 3.15 specific unbalance

*e*

amount of **static unbalance** (3.6) divided by the mass, *m*, of the **rotor** (2.1)

NOTE 1 The specific unbalance is numerically equivalent to the **mass eccentricity** (2.11).

NOTE 2 In the case of a rotor with two **correction planes** (4.8), specific unbalance sometimes refers to the **unbalance** (3.1) in one plane divided by the rotor mass allocated to that plane according to its mass distribution.

### 3.16 balance quality grade

⟨rigid rotors⟩ measure for classification which is the product of the **specific unbalance** (3.15) and the maximum service angular velocity of the **rotor** (2.1), expressed in millimetres per second

NOTE See ISO 1940-1.

### 3.17 controlled initial unbalance

**initial unbalance** (3.11) which has been minimized by individual **balancing** (4.1) of components and/or careful attention to design, manufacture and assembly of the **rotor** (2.1)

## 4 Balancing

### 4.1 balancing

procedure by which the mass distribution of a **rotor** (2.1) is checked and, if necessary, adjusted to ensure that the **residual unbalance** (3.10) or the vibration of the **journals** (2.4) and/or forces on the bearings at a frequency corresponding to **service speed** (2.17) are within specified limits

### 4.2 single-plane balancing static balancing

procedure by which the mass distribution of a **rigid rotor** (2.2) is adjusted to ensure that the residual **resultant unbalance** (3.12) is within specified limits

NOTE 4 Le moment résultant (couple) de balourd est souvent exprimé par une paire de vecteurs balourds dont les modules sont égaux et les directions opposées dans deux plans radiaux différents.

### 3.14 balourd-couple

la résultante des couples du système des forces centrifuges de toutes les masses élémentaires du **rotor** (2.1), dans le cas où la résultante des balourds-forces est nulle

### 3.15 balourd spécifique

*e*

valeur du **déséquilibre statique** (3.6), divisée par la masse, *m*, du **rotor** (2.1)

NOTE 1 Le balourd spécifique est numériquement équivalent à l'**excentricité de masse** (2.11).

NOTE 2 Dans le cas d'un rotor à deux **plans de correction** (4.8), le balourd spécifique fait parfois référence au **balourd** (3.1) dans un plan divisé par la masse du rotor placée dans ce plan, selon la répartition de sa masse.

### 3.16 qualité d'équilibrage

⟨rotors rigides⟩ mesure à classer qui est le produit du **balourd spécifique** (3.15) par la vitesse angulaire maximale du **rotor** (2.1) en service, exprimée en millimètres par seconde

NOTE Voir ISO 1940-1.

**3.17  
balourd initial réduit**  
**balourd initial** (3.11) réduit au minimum par l'**équilibrage** (4.1) individuel de chaque élément et/ou par le fait d'un choix judicieux de la conception, de la fabrication et de l'assemblage du **rotor** (2.1)

## 4 Équilibrage

### 4.1 équilibrage

méthode par laquelle la répartition de la masse d'un **rotor** (2.1) est vérifiée et, si nécessaire, corrigée de façon à garantir que le **balourd résiduel** (3.10) ou la vibration des **tourillons** (2.4) et/ou que les forces sur les paliers sont dans des limites spécifiées pour une fréquence correspondant à la **vitesse de service** (2.17)

### 4.2 équilibrage dans un seul plan équilibrage statique

méthode par laquelle la répartition de la masse d'un **rotor rigide** (2.2) est réglée pour assurer que le **balourd résultant** (3.12) résiduel est dans les limites spécifiées

### 4.3 two-plane balancing dynamic balancing

procedure by which the mass distribution of a **rigid rotor** (2.2) is adjusted to ensure that the residual **dynamic unbalance** (3.9) is within specified limits

### 4.4 indexing unbalance

change in **unbalance** (3.1) indicated after **indexing** (4.15) two components of a rotor assembly in relation to each other, which is usually caused by individual component unbalance, runout of mounting (locating) surfaces, and/or loose fits

NOTE Given the repeatability of the interface fit, the change in unbalance measured in one component after indexing by 180° is twice the error in, or resulting from, the mating component.

### 4.5 method of correction

procedure by which the mass distribution of a **rotor** (2.1) is adjusted to reduce **unbalance** (3.1), or vibration due to unbalance, to an acceptable value

NOTE Corrections are usually made by adding material to, or removing it from, the rotor.

### 4.6 component correction

correction of **unbalance** (3.1) in a **correction plane** (4.8) at three or more of a predetermined number of angular locations

### 4.7 polar correction

correction of **amount of unbalance** (3.3) in a **correction plane** (4.8) at a single angular location

### 4.8 correction plane balancing plane

plane perpendicular to the **shaft axis** (2.7) of a **rotor** (2.1) in which correction for **unbalance** (3.1) is made

### 4.9 measuring plane

plane perpendicular to the **shaft axis** (2.7) in which the **unbalance vector** (3.5) is determined

### 4.10 reference plane

any plane perpendicular to the **shaft axis** (2.7) to which an **amount of unbalance** (3.3) is referred

### 4.3 équilibrage dans deux plans équilibrage dynamique

méthode par laquelle la répartition des masses d'un **rotor rigide** (2.2) est corrigée pour assurer que le **déséquilibre dynamique** (3.9) résiduel est dans les limites spécifiées

### 4.4 balourd d'indexage

variation du **balourd** (3.1), indiquée après l'**indexage** (4.15) de deux composants d'un ensemble rotor l'un par rapport à l'autre, généralement due au déséquilibre d'un composant individuel, à l'excentricité des surfaces de montage (de contact) et/ou à des ajustements avec jeu

NOTE Selon la répétabilité du jeu de l'interface, la variation du balourd mesurée sur un composant après indexage à 180° est égale à deux fois l'erreur du composant de contact ou causée par ce même composant.

### 4.5 méthode de correction

méthode par laquelle la répartition de la masse d'un **rotor** (2.1) est réglée pour réduire le **balourd** (3.1), ou les vibrations dues au balourd, à une valeur acceptable

NOTE Les corrections sont habituellement effectuées par adjonction ou suppression de matière au rotor.

### 4.6 correction du composant

correction du **balourd** (3.1) dans un **plan de correction** (4.8) en trois positions angulaires ou plus, le nombre étant prédéterminé

### 4.7 correction polaire

correction du **module du balourd** (3.3) dans un **plan de correction** (4.8) en une position angulaire unique

### 4.8 plan de correction plan d'équilibrage

plan perpendiculaire à l'**axe de l'arbre** (2.7) d'un **rotor** (2.1) dans lequel s'effectue la correction du **balourd** (3.1)

### 4.9 plan de mesurage

plan perpendiculaire à l'**axe de l'arbre** (2.7) dans lequel on détermine le **vecteur balourd** (3.5)

### 4.10 plan de référence

tout plan perpendiculaire à l'**axe de l'arbre** (2.7), auquel on rapporte le **module du balourd** (3.3)

**4.11  
test plane**

plane perpendicular to the **shaft axis** (2.7) of a **rotor** (2.1) in which **test masses** (4.20) may be attached

**4.12  
acceptability limit**

that value of an unbalance parameter which is specified as the maximum below which the state of **unbalance** (3.1) of a **rotor** (2.1) is considered to be acceptable

**4.13  
balance tolerance  
permissible residual unbalance**

$U_{per}$   
〈rigid rotors〉 that **amount of unbalance** (3.3) with respect to a plane [**measuring plane** (4.9) or **correction plane** (4.8)] which is specified as the maximum below which the state of **unbalance** (3.1) is considered to be acceptable

**4.14  
field balancing**

process of **balancing** (4.1) a **rotor** (2.1) in its own bearings and supporting structure rather than in a **balancing machine** (5.1)

NOTE Under such conditions, the information required to perform balancing is derived from measurements of vibratory forces or motions of the supporting structure and/or measurements of other responses to rotor **unbalance** (3.1).

**4.15  
indexing**

incremental rotation of a **rotor** (2.1), or part of a rotor assembly, for the purpose of bringing it to a desired position

**4.16  
mass centring**

process of determination of the **principal axis of inertia** (1.2) of a **rotor** (2.1) followed by the machining of **journals** (2.4), centres or other reference surfaces to bring the **axis of rotation** (1.4), determined by these surfaces, into close proximity with the principal axis

**4.17  
correction mass**

mass attached to a **rotor** (2.1) in a given **correction plane** (4.8) for the purpose of reducing the **unbalance** (3.1) to the desired level

NOTE The same correction can be effected by removing mass from the opposite side of the rotor.

**4.11  
plan d'essai**

plan perpendiculaire à l'**axe de l'arbre** (2.7) d'un **rotor** (2.1) dans lequel on peut fixer des **masses d'essai** (4.20)

**4.12  
limite d'acceptabilité**

valeur maximale d'un paramètre lié au balourd au-dessous de laquelle l'état de **déséquilibre** (3.1) d'un **rotor** (2.1) est considéré comme acceptable

**4.13  
tolérance d'équilibre  
balourd résiduel admis**

$U_{per}$   
〈rotors rigides〉 par rapport à un plan [**plan de mesurage** (4.9) ou **plan de correction** (4.8)], **module du balourd** (3.3) maximal, au-dessous duquel on considère le **balourd** (3.1) comme acceptable

**4.14  
équilibrage in situ**

**équilibrage** (4.1) d'un **rotor** (2.1) monté sur ses propres paliers et ses supports et non sur une **machine à équilibrer** (5.1)

NOTE Dans de telles conditions, l'information nécessaire pour réaliser l'équilibrage provient des mesurages des mouvements ou forces vibratoires des supports et/ou du mesurage des autres réponses au **balourd** (3.1) du rotor.

**4.15  
indexage**

rotation incrémentielle d'un **rotor** (2.1), ou d'une partie de l'ensemble rotor, afin de l'amener à une position souhaitée

**4.16  
centrage de masse**

processus de détermination de l'**axe principal d'inertie** (1.2) du **rotor** (2.1), suivi de l'usinage des **tourillons** (2.4), des centres ou d'autres surfaces de référence afin d'amener l'**axe de rotation** (1.4), déterminé par ces surfaces, à proximité de l'axe principal

**4.17  
masse de correction**

masse fixée à un **rotor** (2.1) dans un **plan de correction** (4.8) donné, dans le but de réduire le **balourd** (3.1) au niveau souhaité

NOTE On peut effectuer la même correction en enlevant de la masse sur le côté opposé du rotor.

#### 4.18 calibration mass

known mass used

- a) in conjunction with a **proving rotor** (8.8) to calibrate a **balancing machine** (5.1), and
- b) on the first **rotor** (2.1) of a kind to calibrate a **soft-bearing balancing machine** (5.8) for that particular rotor and subsequent identical rotors

#### 4.19 trial mass

mass selected arbitrarily [or by prior experience with similar **rotors** (2.1)] and attached to a rotor to determine the rotor response

NOTE A trial mass is usually used in “trial-and-error” **balancing** (4.1) or **field balancing** (4.14) where conditions cannot be precisely controlled and/or precision measuring equipment is not available.

#### 4.20 test mass

precisely defined mass used in conjunction with a **proving rotor** (8.8) to test a **balancing machine** (5.1)

NOTE 1 The use of the term “test weight” is deprecated; the term “test mass” is accepted in international usage.

NOTE 2 The specification for a test mass should include its mass and the location of its **centre of mass** (1.1); the aggregate effect of the errors in these values should not have a significant effect on the test results.

#### 4.21 differential test masses

two masses, representing different **amounts of unbalance** (3.3), added to a **rotor** (2.1) in the same transverse plane at diametrically opposed positions

NOTE Differential test masses are used, for example, in cases where a single **test mass** (4.20) is impractical.

#### 4.22 differential unbalance

difference in **unbalance** (3.1) between the two **differential test masses** (4.21)

#### 4.18 masse d'étalonnage

masse connue utilisée

- a) en relation avec un **rotor d'essai** (8.8) pour étalonner une **machine à équilibrer** (5.1), et
- b) sur le premier **rotor** (2.1) d'un certain type, pour étalonner une **machine à équilibrer à paliers souples** (5.8) pour le rotor en question et les rotors suivants identiques

#### 4.19 masse d'expérimentation

masse choisie arbitrairement [ou par expérience préalable avec des **rotors** (2.1) similaires] et fixée à un rotor pour déterminer la réponse du rotor

NOTE On utilise généralement une masse d'expérimentation pour un **équilibrage** (4.1) par «expérimentation systématique» ou un **équilibrage in situ** (4.14), dans les cas où l'on ne peut pas contrôler les conditions avec précision et/ou lorsqu'on ne dispose pas d'équipement de mesurage de précision.

#### 4.20 masse d'essai

masse définie avec précision et utilisée en relation avec un **rotor d'essai** (8.8) pour tester une **machine à équilibrer** (5.1)

NOTE 1 L'utilisation du terme «poids d'essai» est déconseillée; le terme de «masse d'essai» est accepté dans l'usage international.

NOTE 2 La spécification d'une masse d'essai devrait comprendre sa masse et l'emplacement de son **centre de masse** (1.1); l'effet cumulé des erreurs au niveau de ces valeurs ne devrait avoir aucun effet notable sur les résultats de l'essai.

#### 4.21 masses d'essai différentielles

deux masses, représentant différents **modules de balourds** (3.3), ajoutées à un **rotor** (2.1) dans le même plan transversal en des positions diamétralement opposées

NOTE On utilise les masses différentielles, par exemple dans des cas où il est impossible d'avoir une **masse d'essai** (4.20) unique.

#### 4.22 balourd différentiel

différence de **balourd** (3.1) entre deux **masses d'essai différentielles** (4.21)

**4.23  
index balancing**

⟨multipart rotor assemblies⟩ procedure whereby each part of a multipart rotor assembly is corrected within itself for the **unbalance** (3.1) errors in it, and caused by it, by indexing one part of the assembly with respect to the remainder

NOTE If 180° indexing is not possible, other angles can be used; in that case, however, vector calculation might be required.

**4.24  
vibration transducer plane**

plane perpendicular to the **shaft axis** (2.7) in which the vibration transducer is located

**4.25  
progressive balancing**

method by which one or two components are added to a balanced shaft, the **unbalance** (3.1) of the assembly being then corrected for the component(s)

NOTE 1 The next set of components is then added and the entire assembly is again corrected for the last added set of components, until the assembly is completed.

NOTE 2 This procedure is sometimes called “balance-as-you-build”.

**4.26  
plane transposition**

process of determining the **unbalance** (3.1) values in planes other than where they were initially measured

**4.27  
trim balancing**

correction of small **residual unbalances** (3.10) in a **rotor** (2.1), often *in situ*

**4.28  
quarter points**

term used to describe the positions of the optimum **correction planes** (4.8) in balancing a **flexible rotor** (2.3) at low speed by procedure F in accordance with ISO 11342:1998

**4.23  
équilibrage par indexage**

⟨rotors à plusieurs parties⟩ procédure par laquelle chaque partie d'un rotor à plusieurs parties se voit corriger les erreurs de **balourd** (3.1) qu'elle comporte et qu'elle engendre, par indexage d'une partie de l'ensemble par rapport au reste

NOTE Si l'indexage à 180° est impossible, on peut utiliser d'autres angles; dans ce cas, cependant, un calcul de vecteur pourrait être nécessaire.

**4.24  
plan du transducteur de vibrations**

plan perpendiculaire à l'**axe de l'arbre** (2.7) dans lequel se trouve le transducteur de vibrations

**4.25  
équilibrage progressif**

méthode par laquelle un ou deux composants sont ajoutés à un arbre équilibré puis le **balourd** (3.1) de l'ensemble corrigé au niveau du (des) composant(s)

NOTE 1 Le jeu de composants suivant étant à son tour monté et l'ensemble de nouveau corrigé au niveau du dernier jeu de composants, jusqu'à ce que l'ensemble soit complet.

NOTE 2 Cette procédure est parfois nommée «équilibrer au montage».

**4.26  
transposition de plan**

procédé pour déterminer les valeurs des **balourds** (3.1) dans des plans autres que ceux dans lesquels ils avaient été mesurés à l'origine

**4.27  
équilibrage de compensation**

correction de faibles **balourds résiduels** (3.10) dans le **rotor** (2.1), souvent *in situ*

**4.28  
points de quadrature**

terme utilisé pour décrire les positions des **plans de correction** (4.8) optimaux lors de l'équilibrage d'un **rotor flexible** (2.3) à faible vitesse selon la procédure F décrite dans l'ISO 11342:1998

## 5 Balancing machines and equipment

See ISO 2953.

### 5.1 balancing machine

machine that provides a measure of the **unbalance** (3.1) in a **rotor** (2.1) and which can be used for adjusting the mass distribution of that rotor mounted on it so that the once-per-revolution vibratory motion of the **journals** (2.4) or the force on the bearings can be reduced if necessary

### 5.2 gravitational balancing machine non-rotational balancing machine

**balancing machine** (5.1) that provides for the support of a **rigid rotor** (2.2) under non-rotating conditions and provides information on the amount and angle of the **static unbalance** (3.6)

### 5.3 centrifugal balancing machine rotational balancing machine

**balancing machine** (5.1) that provides for the support and rotation of a **rotor** (2.1) and for the measurement of once-per-revolution vibratory forces or motions due to **unbalance** (3.1) in the rotor

### 5.4 single-plane balancing machine

static balancing machine  
**gravitational** (5.2) or **centrifugal balancing machine** (5.3) that provides information for accomplishing **single-plane balancing** (4.2)

NOTE Single-plane balancing can be carried out on a pair of knife edges without rotation of the rotor but is now more usually carried out on centrifugal balancing machines.

### 5.5 two-plane balancing machine

dynamic balancing machine  
**centrifugal balancing machine** (5.3) that furnishes information for performing **two-plane balancing** (4.3)

NOTE Two-plane balancing machines are sometimes used to accomplish **single-plane balancing** (4.2).

## 5 Machines à équilibrer et équipements

Voir ISO 2953.

### 5.1 machine à équilibrer

machine qui fournit une mesure du **balourd** (3.1) d'un **rotor** (2.1) en vue de la vérification et de la correction de la répartition de la masse d'un rotor monté sur elle, de sorte que le mouvement vibratoire sur les **tou-rillons** (2.4) ou les forces sur les paliers se manifestant une fois par révolution, puissent, si nécessaire, être réduits

### 5.2 machine à équilibrer par gravité machine à équilibrer non rotative

**machine à équilibrer** (5.1) qui sert de support à un **rotor rigide** (2.2) au repos et qui fournit des renseignements sur la quantité et l'angle du **déséquilibre statique** (3.6)

### 5.3 machine à équilibrer centrifuge machine à équilibrer rotative

**machine à équilibrer** (5.1) qui sert de support à un **rotor** (2.1) et à sa rotation; elle mesure des forces ou des mouvements vibratoires dus au **balourd** (3.1) du rotor se manifestant une fois par révolution

### 5.4 machine à équilibrer à un seul plan

machine à équilibrer statique  
**machine à équilibrer par gravité** (5.2) ou **centrifuge** (5.3) qui fournit des renseignements pour exécuter un **équilibrage dans un seul plan** (4.2)

NOTE L'équilibrage dans un seul plan peut se faire sur les côtés d'une paire de couteaux, sans rotation du rotor mais, actuellement, il est plus courant de l'effectuer sur des machines à équilibrer centrifuges.

### 5.5 machine à équilibrer à deux plans

machine à équilibrer dynamique  
**machine à équilibrer centrifuge** (5.3) qui fournit des renseignements pour exécuter un **équilibrage dans deux plans** (4.3)

NOTE On utilise quelquefois une machine à équilibrer à deux plans pour exécuter un **équilibrage dans un seul plan** (4.2).

- 5.6**  
**hard-bearing balancing machine**  
force-measuring balancing machine  
below-resonance balancing machine  
**balancing machine** (5.1) having a **balancing speed** (2.16) range below the natural frequency of the suspension-and-rotor system
- 5.7**  
**resonance balancing machine**  
**balancing machine** (5.1) having a **balancing speed** (2.16) corresponding to the natural frequency of the suspension-and-rotor system
- 5.8**  
**soft-bearing balancing machine**  
above-resonance balancing machine  
**balancing machine** (5.1) having a **balancing speed** (2.16) above the natural frequency of the suspension-and-rotor system
- 5.9**  
**compensating balancing machine**  
null-force balancing machine  
**balancing machine** (5.1) with a built-in calibrated force system which counteracts the forces due to **unbalance** (3.1) in the **rotor** (2.1)
- 5.10**  
**direct-reading balancing machine**  
**balancing machine** (5.1) which can be set to indicate **unbalance** (3.1) in terms of angular position and in units of mass, such as grams, in any two **measuring planes** (4.9) without significant **correction plane interference** (5.25) and without requiring individual **calibration** (5.34) for the first **rotor** (2.1) of a kind
- 5.11**  
**swing diameter**  
maximum workpiece diameter that can be accommodated by a **balancing machine** (5.1)
- 5.12**  
**field balancing equipment**  
assembly of measuring instruments for providing information for performing **balancing** (4.1) operations on assembled machinery which is not mounted in a **balancing machine** (5.1)
- 5.13**  
**amount indicator**  
(on a balancing machine) dial, gauge or meter used to indicate the **amount of unbalance** (3.3) or the effect of this **unbalance** (3.1)
- 5.6**  
**machine à équilibrer à paliers rigides**  
machine à équilibrer avec mesurage de la force  
machine à équilibrer au-dessous de la fréquence de résonance  
**machine à équilibrer** (5.1) dont la gamme de **vitesse d'équilibrage** (2.16) est inférieure à la fréquence propre du système suspension et rotor
- 5.7**  
**machine à équilibrer à résonance**  
**machine à équilibrer** (5.1) dont la **vitesse d'équilibrage** (2.16) correspond à la fréquence propre du système suspension et rotor
- 5.8**  
**machine à équilibrer à paliers souples**  
machine à équilibrer au-dessus de la fréquence de résonance  
**machine à équilibrer** (5.1) dont la **vitesse d'équilibrage** (2.16) est supérieure à la fréquence propre du système suspension et rotor
- 5.9**  
**machine à équilibrer à compensation**  
machine à équilibrer à force nulle  
**machine à équilibrer** (5.1) à l'intérieur de laquelle se trouve un système de force calibrée qui compense les forces dues au **balourd** (3.1) du **rotor** (2.1)
- 5.10**  
**machine à équilibrer à lecture directe**  
**machine à équilibrer** (5.1) qui peut être réglée pour indiquer le **balourd** (3.1) en termes de position angulaire et en unités de masse, telles que les grammes, dans l'un quelconque des deux **plans de mesurage** (4.9) sans **interaction entre les plans de correction** (5.25) significative et ne nécessitant pas d'**étalonnage** (5.34) individuel pour le premier **rotor** (2.1) d'un certain type
- 5.11**  
**diamètre utile**  
diamètre maximal d'une pièce qui peut être installée sur une **machine à équilibrer** (5.1)
- 5.12**  
**matériel d'équilibrage in situ**  
ensemble d'instruments de mesurage qui fournit des renseignements en vue d'effectuer les opérations d'**équilibrage** (4.1) sur des mécanismes assemblés, non montés sur une **machine à équilibrer** (5.1)
- 5.13**  
**indicateur de balourd**  
(sur une machine à équilibrer) cadran, indicateur ou compteur utilisé pour indiquer le **module du balourd** (3.3) ou l'effet de ce **balourd** (3.1)

**5.14****practical correction unit**

unit corresponding to a unit value of the **amount of unbalance** (3.3) indicated on a **balancing machine** (5.1)

NOTE For convenience, it is associated with a specific radius and **correction plane** (4.8) and is commonly expressed as units of an arbitrarily chosen quantity such as drill depths of given diameter, weight, lengths of wire solder, plugs and wedges.

**5.15****counterweight**

weight added to a body to reduce a calculated **unbalance** (3.1) at a desired place

NOTE Such weights can be used to bring an asymmetric body to a state of balance or to reduce bending moments within a body, for example crankshafts.

**5.16****compensator**

facility built into a **balancing machine** (5.1) which enables the **initial unbalance** (3.11) of the **rotor** (2.1) to be nulled out, usually electrically, so speeding up the process of plane **setting** (5.35) and **calibration** (5.34)

**5.17****angle indicator**

device used to indicate the **angle of unbalance** (3.4)

**5.18****sensitivity switch**

control used to change the maximum **amount of unbalance** (3.3) that can be indicated in a range or scale, usually in steps of 10:1 or smaller

**5.19****angle reference generator**

⟨balancing⟩ device used to generate a signal which defines the angular position of the **rotor** (2.1)

**5.20****angle reference marks**

marks placed on a **rotor** (2.1) to denote an angle reference system fixed in the rotor

NOTE They may be optical, magnetic, mechanical or radioactive.

**5.21****vector measuring device**

device for measuring and displaying the **amount of unbalance** (3.3) and **angle of unbalance** (3.4) in terms of an **unbalance vector** (3.5), usually by means of a point or line

**5.14****unité pratique de correction**

unité correspondant à une valeur unitaire du **module du balourd** (3.3) indiquée sur la **machine à équilibrer** (5.1)

NOTE Pour plus de commodité, elle est associée à un rayon et à un **plan de correction** (4.8) déterminés et est exprimée couramment en unités d'une grandeur choisie arbitrairement, telle que profondeurs de perçage de diamètre donné, poids, longueurs de bâtons de soudure, bouchons et cales.

**5.15****contrepoids**

poids ajouté à un corps à un endroit choisi en vue de réduire le **balourd** (3.1) calculé

NOTE De tels poids peuvent être utilisés pour mettre un corps asymétrique en équilibre ou pour réduire les couples de flexion dans un corps, par exemple vilebrequins.

**5.16****compensateur**

dispositif incorporé à une **machine à équilibrer** (5.1) qui permet d'annuler, habituellement par un moyen électrique, le **balourd initial** (3.11) du **rotor** (2.1), réduisant ainsi le temps nécessaire au **réglage** (5.35) du plan et à son **étalonnage** (5.34)

**5.17****indicateur d'angle**

appareil utilisé pour indiquer l'**angle du balourd** (3.4)

**5.18****commutateur de sensibilité**

commande utilisée pour changer la valeur maximale du **module du balourd** (3.3) pouvant être indiquée sur une plage où une échelle, généralement par pas de 10:1 ou moins

**5.19****générateur de référence d'angle**

⟨équilibrage⟩ appareil qui génère un signal représentatif de la position angulaire du **rotor** (2.1)

**5.20****marques de référence d'angle**

marques situées sur le **rotor** (2.1) pour définir un système de référence d'angle lié au rotor

NOTE Elles peuvent être optiques, magnétiques, mécaniques ou radioactives.

**5.21****appareil de mesurage de vecteur**

appareil pour mesurer et visualiser, habituellement à l'aide d'un point ou d'une droite, le **module du balourd** (3.3) et l'**angle du balourd** (3.4) en fonction du **vecteur balourd** (3.5)

**5.22**

**component measuring device**

device for measuring and displaying the **amount of unbalance** (3.3) and **angle of unbalance** (3.4) in terms of selected components of the **unbalance vector** (3.5)

**5.23**

**balancing machine minimum response**

measure of the machine's ability to sense and indicate a minimum **amount of unbalance** (3.3) under specified conditions

**5.24**

**balancing machine accuracy**

limits within which a given **amount of unbalance** (3.3) and **angle of unbalance** (3.4) can be measured under specified conditions

**5.25**

**correction plane interference cross-effect**

change in **balancing machine** (5.1) indication for one **correction plane** (4.8) of a given **rotor** (2.1), which is observed for a certain change in **unbalance** (3.1) in the other correction plane

**5.26**

**correction plane interference ratios**

$I_{AB}$  and  $I_{BA}$

interference ratios of two **correction planes** (4.8) A and B of a given **rotor** (2.1) are defined by the following relationships:

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{U_{BB}}$$

where  $U_{AB}$  and  $U_{BB}$  are the unbalance readings referring to planes A and B respectively, caused by the addition of a specified **amount of unbalance** (3.3) in plane B; and

$$I_{BA} = \frac{U_{BA}}{U_{AA}}$$

where  $U_{BA}$  and  $U_{AA}$  are the unbalance readings referring to planes B and A respectively, caused by the addition of a specified amount of unbalance in plane A

NOTE 1 The correction plane interference ratio for a **balancing machine** (5.1) on which the **plane separation** (5.28) has been carefully adjusted should be a minimum.

NOTE 2 The ratio is usually given as a percentage.

**5.22**

**appareil de mesurage des composantes**

appareil pour mesurer et visualiser le **module du balourd** (3.3) et l'**angle du balourd** (3.4) en fonction de composantes sélectionnées du **vecteur balourd** (3.5)

**5.23**

**réponse minimale d'une machine à équilibrer**

mesure de l'aptitude d'une machine à détecter et à indiquer la valeur minimale du **module du balourd** (3.3) dans des conditions données

**5.24**

**précision d'une machine à équilibrer**

limites entre lesquelles un **module du balourd** (3.3) donné et l'**angle du balourd** (3.4) peuvent être mesurés dans des conditions données

**5.25**

**interaction entre les plans de correction**

variation d'indication d'une **machine à équilibrer** (5.1) dans un **plan de correction** (4.8) d'un **rotor** (2.1) donné, résultant d'un certain changement de **balourd** (3.1) dans l'autre plan de correction

**5.26**

**taux d'interaction entre les plans de correction**

$I_{AB}$  et  $I_{BA}$

taux d'interaction entre deux **plans de correction** (4.8) A et B d'un **rotor** (2.1) donné, définis par les relations suivantes:

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{U_{BB}}$$

où  $U_{AB}$  et  $U_{BB}$  sont les relevés de balourd se rapportant aux plans A et B respectivement, résultant de l'addition dans le plan B d'un **module du balourd** (3.3) spécifié; et

$$I_{BA} = \frac{U_{BA}}{U_{AA}}$$

où  $U_{BA}$  et  $U_{AA}$  sont les relevés de balourd se rapportant aux plans B et A respectivement, résultant de l'addition d'un module spécifié du balourd dans le plan A

NOTE 1 Le taux d'interaction entre les plans de correction devrait être minimal dans une **machine à équilibrer** (5.1) dont la **séparation des plans** (5.28) a été soigneusement effectuée.

NOTE 2 Le rapport est généralement donné en pourcentage.

### 5.27 couple unbalance interference ratio

$I_{SC}$   
interference ratio defined by the relationship:

$$I_{SC} = U_S / U_C$$

where  $U_S$  is the change in **static unbalance** (3.6) indication of a **balancing machine** (5.1) when a given amount of **couple unbalance** (3.8)  $U_C$  is introduced into the **rotor** (2.1)

NOTE This ratio is generally used in the testing of **single-plane balancing machines** (5.4) and may be expressed as a percentage by multiplying it by the maximum distance between the **test planes** (4.11) on a **proving rotor** (8.8).

### 5.28 plane separation

capability of a **balancing machine** (5.1) to minimize the **correction plane interference ratio** (5.26)

NOTE This term is also used for the related process.

### 5.29 balancing machine sensitivity

increment in **unbalance** (3.1) indication of a **balancing machine** (5.1) under specified conditions, expressed as indicator movement or a digital reading per unit increment in the **amount of unbalance** (3.3)

### 5.30 plane separation network nodal network

electrical circuit, interposed between the motion transducers and the unbalance indicators, that performs the **plane separation** (5.28) function electrically without requiring particular locations for the motion transducers

### 5.31 parasitic mass

⟨balancing machine⟩ any mass, other than that of the **rotor** (2.1) being balanced, that is moved by the unbalance force(s) developed in the rotor

### 5.32 permanent calibration

feature of a **hard-bearing balancing machine** (5.6) that permits it to be calibrated once and for all, so that it remains calibrated for any **rotor** (2.1) within the capacity and speed range of the machine

NOTE The machine should be capable of being set for different rotor dimensions (see 5.35).

### 5.27 taux d'interaction du couple de balourds

$I_{SC}$   
taux d'interaction défini par la relation

$$I_{SC} = U_S / U_C$$

où  $U_S$  est la variation de l'indication du **déséquilibre statique** (3.6) d'une **machine à équilibrer** (5.1) lorsqu'un module donné du **couple de balourds** (3.8)  $U_C$  est introduit dans le **rotor** (2.1)

NOTE Ce rapport est généralement utilisé lors des essais des **machines à équilibrer à un seul plan** (5.4) et peut être exprimé sous forme de pourcentage en le multipliant par la distance maximale entre les **plans d'essai** (4.11) sur un **rotor d'essai** (8.8).

### 5.28 séparation des plans

capacité d'une **machine à équilibrer** (5.1) à minimiser le **taux d'interaction entre les plans de correction** (5.26)

NOTE Ce terme est aussi utilisé pour le procédé associé.

### 5.29 sensibilité d'une machine à équilibrer

pour une **machine à équilibrer** (5.1) dans des conditions données, augmentation du **balourd** (3.1) lu sur un indicateur à aiguille ou numérique due à une augmentation unitaire du **module du balourd** (3.3)

### 5.30 réseau de plans de séparation réseau nodal

circuit électrique interposé entre les capteurs de mouvements et les **indicateurs de balourd** (5.13), qui assure électriquement la fonction de **séparation des plans** (5.28) sans que les capteurs de déplacement aient des emplacements particuliers

### 5.31 masse parasite

⟨machine à équilibrer⟩ toute masse autre que celle du **rotor** (2.1) en cours d'**équilibrage** (4.1) dont le mouvement est dû au(x) balourd(s)-force(s) développée(s) dans le rotor

### 5.32 étalonnage permanent

propriété d'une **machine à équilibrer à paliers rigides** (5.6) qui lui permet d'être étalonnée une fois pour toutes, de sorte que l'étalonnage reste valable pour tout **rotor** (2.1) convenable à l'égard de la capacité et de la vitesse de la machine

NOTE Il convient que la machine puisse être réglée pour des rotors de différentes dimensions (voir 5.35).

**5.33 unbalance reduction ratio**

URR  
ratio of the reduction in the **unbalance** (3.1) by a single unbalance correction to the **initial unbalance** (3.11):

$$URR = \frac{U_1 - U_2}{U_1} = 1 - \frac{U_2}{U_1}$$

where

- $U_1$  is the amount of initial unbalance;
- $U_2$  is the **amount of unbalance** (3.3) remaining after one correction.

NOTE 1 The unbalance reduction ratio is a measure of the overall efficiency of the unbalance correction.

NOTE 2 The ratio is usually given as a percentage.

**5.34 calibration**

process of adjusting a machine so that the unbalance indicator(s) read(s) in terms of selected correction units in specified **correction planes** (4.8) for a given **rotor** (2.1) and other essentially identical rotors

NOTE It may include adjustment for angular location if required.

**5.35 setting**

⟨hard-bearing balancing machine⟩ operation of entering into the machine information concerning the location of the **correction planes** (4.8), the location of the bearings, the radii of correction, and the speed if applicable

**5.36 mechanical adjustment**

⟨balancing machine⟩ operation of preparing the machine mechanically to balance a **rotor** (2.1)

**5.37 self-balancing device**

equipment which compensates automatically for changes in **unbalance** (3.1) during normal operation

**5.38 minimum achievable residual unbalance**

$U_{mar}$   
smallest value of **residual unbalance** (3.10) that a **balancing machine** (5.1) is capable of achieving

**5.33 rapport de réduction du balourd**

RRB  
rapport de la réduction du **balourd** (3.1) obtenue par une correction unique du balourd au **balourd initial** (3.11):

$$RRB = \frac{U_1 - U_2}{U_1} = 1 - \frac{U_2}{U_1}$$

où

- $U_1$  est la valeur du balourd initial;
- $U_2$  est le **module du balourd** (3.3) restant après une correction unique.

NOTE 1 Le rapport de réduction du balourd est une mesure de l'efficacité globale de la correction du balourd.

NOTE 2 Le rapport est généralement donné en pourcentage.

**5.34 étalonnage**

processus de réglage d'une machine par lequel la (les) indication(s) de balourd est (sont) lue(s) en termes d'unités de correction choisies dans des **plans de correction** (4.8) spécifiés, pour un **rotor** (2.1) donné et d'autres rotors essentiellement identiques

NOTE Si nécessaire, il peut inclure le réglage de la position angulaire.

**5.35 réglage**

⟨machine à équilibrer à paliers rigides⟩ opération qui consiste à introduire dans la machine des indications concernant, s'il y a lieu, la position des **plans de correction** (4.8), la position des paliers, les rayons de correction et la vitesse

**5.36 mise au point mécanique**

⟨machine à équilibrer⟩ opération qui consiste à préparer mécaniquement la machine pour équilibrer un **rotor** (2.1)

**5.37 dispositif à autoéquilibrage**

dispositif qui compense automatiquement les changements affectant le **balourd** (3.1) pendant le fonctionnement

**5.38 balourd résiduel réalisable**

$U_{mar}$   
la plus petite valeur de **balourd résiduel** (3.10) que permet d'obtenir une **machine à équilibrer** (5.1)

### 5.39 minimum achievable residual specific unbalance

$e_{\text{mar}}$   
smallest value of residual **specific unbalance** (3.15) that a **balancing machine** (5.1) is capable of achieving under given conditions

### 5.40 claimed minimum achievable residual unbalance

$U_{\text{mar, cl}}$   
value of **minimum achievable residual unbalance** (5.38) stated by the manufacturer for his machine, and measured in accordance with the procedure specified in ISO 2953

### 5.41 measuring run

(on a balancing machine) procedure to obtain information on **unbalance** (3.1) correction, mainly consisting of the following steps:

- a) mechanical adjustment of the machine, including the drive and tooling;
- b) setting of the indicator system;
- c) preparation of the **rotor** (2.1);
- d) any other required operation, for example, safety measures;
- e) acceleration of the rotor;
- f) collection and evaluation of measured data;
- g) deceleration of the rotor

NOTE 1 For subsequent runs of the same rotor, steps a), b) and c) are omitted.

NOTE 2 For the next rotor of the same type, steps a) and b) are omitted.

NOTE 3 A measuring run without a subsequent correction is sometimes referred to as a check run or audit run.

### 5.42 balancing run

(on a balancing machine) run consisting of one **measuring run** (5.41) and the associated correction process

### 5.39 balourd résiduel réalisable spécifique

$e_{\text{mar}}$   
la plus petite valeur de **balourd spécifique** (3.15) résiduel que permet d'obtenir une **machine à équilibrer** (5.1) dans des conditions données

### 5.40 balourd résiduel réalisable déclaré

$U_{\text{mar, cl}}$   
la valeur de **balourd résiduel réalisable** (5.38) que le fabricant déclare pour sa machine, et mesurée conformément au mode opératoire spécifié dans l'ISO 2953

### 5.41 essai pour mesurage

(sur une machine d'équilibrage) procédure qui permet d'obtenir des informations en vue de la correction du **balourd** (3.1), réalisé principalement par les étapes suivantes:

- a) réglage mécanique de la machine, incluant l'entraînement et la mise en place des outils;
- b) réglage du système d'appareils de mesure;
- c) préparation du **rotor** (2.1);
- d) toute autre opération requise, par exemple dispositions de sécurité;
- e) accélération du rotor;
- f) relevé et évaluation des grandeurs mesurées;
- g) décélération du rotor

NOTE 1 Pour des essais successifs sur un même rotor, il n'est pas nécessaire de répéter les étapes a), b) et c).

NOTE 2 Pour un rotor suivant de même type, il n'est pas nécessaire de répéter les étapes a) et b).

NOTE 3 Un essai pour mesurage sans correction subséquente est parfois appelé cycle de contrôle ou cycle d'audit.

### 5.42 cycle d'équilibrage

(sur une machine à équilibrer) cycle constitué d'un **essai pour mesurage** (5.41) et de l'opération correspondante de correction

**5.43  
floor-to-floor time**

time necessary, for all balancing runs and measuring runs, for loading and unloading, to balance one **rotor** (2.1) to within tolerance

NOTE 1 Floor-to-floor time is expressed in time per piece, using an appropriate unit of time, for example, seconds, minutes, hours or days.

NOTE 2 If a balancing machine contains more than one rotor at a time (e.g. transfer machines), the time between one rotor and the next, both leaving the machine, is used.

NOTE 3 If the floor-to-floor time varies from rotor to rotor, the arithmetic mean value may be used.

NOTE 4 Calculated for a longer period (e.g. one year), time for tool change, maintenance and others may be included. In this case it is called floor-to-floor time gross.

**5.44  
cycle rate**  
number of starts and stops that a **balancing machine** (5.1), for a given **rotor** (2.1) having a specified moment of inertia and for a given **balancing speed** (2.16), can perform per hour (without damage to the machine) when balancing the rotor

**5.45  
production rate**  
reciprocal of **floor-to-floor time** (5.43)

NOTE 1 Production rate is stated in pieces per time, using longer time intervals, for example, hour, shift, day or year.

NOTE 2 In the case of floor-to-floor time gross, the production rate gross is obtained.

**5.46  
traverse test**  
test by which the **residual unbalances** (3.10) of a **rotor** (2.1) can be found (see ISO 1940-1) or with which a **balancing machine** (5.1) may be tested for conformance with the **claimed minimum achievable residual unbalance** (5.40),  $U_{mar}$  (see ISO 2953)

**5.47  
vertical axis freedom**  
freedom of the bearing carriage or housing of a horizontal **balancing machine** (5.1) to rotate by a few degrees about the vertical axis through the centre of the support

**5.43  
durée d'équilibrage**  
temps nécessaire à la réalisation de l'ensemble des cycles d'équilibrage et de mesurage, y compris les opérations de chargement et de déchargement, pour équilibrer un **rotor** (2.1) dans les tolérances

NOTE 1 La durée d'équilibrage est exprimée en durée par pièce, en utilisant une unité de temps appropriée, par exemple secondes, minutes, heures ou jours.

NOTE 2 Dans les cas où une machine à équilibrer contient plus de 1 rotor à la fois (par exemple les machines-transfert), on utilise le temps entre un rotor et le suivant, tous les deux quittant la machine.

NOTE 3 Si la durée d'équilibrage varie d'un rotor à l'autre, la moyenne arithmétique des valeurs obtenues peut être retenue.

NOTE 4 Si le calcul est effectué sur une plus longue période (par exemple une année), les temps de changement d'outil, de maintenance et autres peuvent être inclus. On parlera alors de durée totale d'équilibrage.

**5.44  
capacité de cycles**  
nombre de départs et d'arrêts par heure que peut effectuer (sans causer de dommages à la machine) une **machine à équilibrer** (5.1) lors de l'**équilibrage** (4.1) d'un **rotor** (2.1) donné, ce rotor ayant un moment d'inertie spécifié et une **vitesse d'équilibrage** (2.16) donnée

**5.45  
taux de production  
capacité de production**  
inverse de la **durée d'équilibrage** (5.43)

NOTE 1 Le taux de production est exprimé en nombre de pièces par unité de temps, en utilisant des intervalles de temps plus longs (par exemple l'heure, la journée de travail, le jour, l'année).

NOTE 2 Dans le cas de la durée totale d'équilibrage, le taux total (la capacité totale) de production est obtenu(e).

**5.46  
essai de vérification**  
essai permettant de déterminer les **balourds résiduels** (3.10) d'un **rotor** (2.1) (voir ISO 1940-1) ou de vérifier que les balourds résiduels décelables par une **machine à équilibrer** (5.1) sont conformes au **balourd résiduel réalisable déclaré** (5.40),  $U_{mar}$  (voir l'ISO 2953)

**5.47  
liberté de l'axe vertical**  
liberté qu'a un support ou un boîtier de palier d'une **machine à équilibrer** (5.1) horizontale, de pouvoir pivoter de quelques degrés autour de l'axe vertical passant par le centre du palier

**5.48****bob weight**

attachment to the crankshaft pins during **balancing** (4.1) to simulate part of the rotating and reciprocating mass of the piston/connecting rod assembly

**5.49****phantom unbalance indication**

false **unbalance** (3.1) indication resulting from once-per-revolution signals produced by conditions other than unbalance

NOTE 1 Phantom unbalance indication can be caused by lack of vertical freedom (see 5.47) when balancing in sleeve or rolling element bearings, by a binding universal joint in a Cardan shaft, by alternating bearing forces caused by a bent rotor shaft, by rotating magnetic fields or other similar conditions.

NOTE 2 For **rigid rotors** (2.2), the phantom unbalance indication may be separated from the unbalance indication by observing the change in indication at different **balancing speeds** (2.16).

**5.50****double compensator**

facility built into a **balancing machine** (5.1) which eliminates the effects on the **unbalance** (3.1) indication of systematic errors caused by tooling

**5.51****balancing bearings  
slave bearings**

special rolling element bearings, often having reduced clearance, for supporting a **rotor** (2.1) in a low-speed **balancing machine** (5.1)

NOTE Slave (balancing) bearings are primarily used for jet engine rotor balancing because the large clearances in cold engine bearings (which accommodate expansion at service temperatures) can cause significant random **balancing** (4.1) errors.

**6 Flexible rotors****6.1****(rotor) flexural critical speed**

speed of a **rotor** (2.1) at which there is maximum flexure of the rotor and where that flexure is significantly greater than the motion of the **journals** (2.4)

**6.2****rigid-rotor-mode critical speed**

speed of a **rotor** (2.1) at which there is maximum motion of the **journals** (2.4) and where that motion is significantly greater than the flexure of the rotor

**5.48****masse de compensation**

petite masse fixée aux tourillons d'un vilebrequin pendant l'**équilibrage** (4.1) pour simuler une partie de la masse tournante et alternative de l'ensemble tige/piston

**5.49****indication de balourd fictif**

fausse indication de **balourd** (3.1) résultant des signaux «par tour» produits par des conditions autres que le balourd

NOTE 1 Une indication de balourd fictif peut être causée par un manque de liberté verticale (voir 5.47) lorsque l'équilibrage se fait en coussinet ou sur des paliers d'éléments de roulage, par un joint universel de liaison dans un arbre à cardan, par des forces alternatives causées par un arbre de **rotor** (2.1) incliné, par la rotation de champs magnétiques ou par d'autres conditions similaires.

NOTE 2 Pour des **rotors rigides** (2.2), l'indication de balourd fictif peut être isolée de l'indication du balourd en observant les variations de l'indication à des **vitesse d'équilibrage** (2.16) différentes.

**5.50****compensateur double**

dispositif monté sur une **machine à équilibrer** (5.1) et éliminant les effets de l'indication de **balourd** (3.1) des erreurs systématiques causées par l'outillage

**5.51****paliers esclaves  
paliers d'équilibrage**

paliers d'éléments de roulage spéciaux, ayant souvent un jeu réduit, destinés à supporter le **rotor** (2.1) d'une **machine à équilibrer** (5.1) à basse vitesse

NOTE Les paliers esclaves, appelés parfois aussi paliers d'équilibrage, sont principalement utilisés pour équilibrer le rotor des moteurs à réaction, car les jeux importants des paliers des moteurs froids (qui supportent la dilatation aux températures de service) peuvent provoquer des erreurs d'**équilibrage** (4.1) aléatoires significatives.

**6 Rotors flexibles****6.1****vitesse critique de flexion (d'un rotor)**

vitesse pour laquelle la flexion d'un **rotor** (2.1) est maximale et telle que la déformation de flexion correspondante est plus importante que le déplacement des **tourillons** (2.4)

**6.2****vitesse critique du mode rotor-rigide**

vitesse pour laquelle le déplacement des **tourillons** (2.4) est maximal et telle que ce déplacement est plus important que la déformation de flexion du **rotor** (2.1)

**6.3 (rotor) flexural principal mode**

for undamped rotor/bearing systems, that mode shape which the rotor takes up at one of the **(rotor) flexural critical speeds** (6.1)

**6.4 multiplane balancing**

any balancing procedure, applied to the **balancing** (4.1) of **flexible rotors** (2.3), that requires **unbalance** (3.1) correction in more than two **correction planes** (4.8)

**6.5 modal balancing**

procedure for the **balancing** (4.1) of **flexible rotors** (2.3) in which **unbalance** (3.1) corrections are made to reduce the amplitude of vibration in the separate significant **flexural principal modes** (6.3) to within specified limits

**6.6 <sup>n</sup>th modal unbalance**

**unbalance** (3.1) which affects only the <sup>n</sup>th principal mode of the deflection configuration of a rotor/bearing system

NOTE 1 A measure of this component of unbalance is given by

$$\vec{U}_n = \int_0^L \mu(z) \vec{e}(z) \phi_n(z) dz = \vec{e}_n m_n$$

where  $\vec{e}(z)$  is the eccentricity of the local mass centre at point  $z$  along the rotor.

NOTE 2 The <sup>n</sup>th modal unbalance is not a single unbalance but an unbalance distribution in the <sup>n</sup>th mode

$$\vec{u}_n(z) = \vec{e}_n \mu(z) \phi_n(z) = \frac{\vec{U}_n}{m_n} \mu(z) \phi_n(z)$$

It can be mathematically represented with respect to its effect on the <sup>n</sup>th principal mode by the single unbalance vector  $\vec{U}_n$  as

$$\begin{aligned} & \int_0^L [\vec{e}_n \mu(z) \phi_n(z)] \phi_n(z) dz \\ &= \vec{e}_n \int_0^L \mu(z) \phi_n^2(z) dz = \vec{e}_n m_n = \vec{U}_n \end{aligned}$$

**6.3 mode principal de flexion (d'un rotor)**

pour les ensembles rotor/paliers non amortis, mode caractérisé par la déformation élastique que prend le rotor à l'une de ses **vitesse critiques de flexion** (6.1)

**6.4 équilibrage multiplan**

toute méthode, appliquée à l'**équilibrage** (4.1) des **rotors flexibles** (2.3), qui nécessite une correction du **balourd** (3.1) dans plus de deux **plans de correction** (4.8)

**6.5 équilibrage modal**

opération d'**équilibrage** (4.1) des **rotors flexibles** (2.3) au cours de laquelle sont effectuées des corrections de **balourd** (3.1), en vue de réduire les amplitudes de vibrations des différents **modes principaux de flexion** (6.3) à des valeurs inférieures aux limites spécifiées

**6.6 balourd modal d'ordre n**

**balourd** (3.1) qui n'affecte que le <sup>n</sup>ème mode principal de la configuration de déformation de l'ensemble rotor/paliers

NOTE 1 Une mesure de cette composante du balourd est donnée par

$$\vec{U}_n = \int_0^L \mu(z) \vec{e}(z) \phi_n(z) dz = \vec{e}_n m_n$$

où  $\vec{e}(z)$  est l'excentricité du centre de masse local au point  $z$  le long du rotor.

NOTE 2 Le balourd modal d'ordre  $n$  n'est pas un balourd unique; il est caractérisé par une répartition des balourds au <sup>n</sup>ème mode

$$\vec{u}_n(z) = \vec{e}_n \mu(z) \phi_n(z) = \frac{\vec{U}_n}{m_n} \mu(z) \phi_n(z)$$

Il peut être défini sous forme mathématique par son effet sur le <sup>n</sup>ème mode principal par le vecteur balourd unique  $\vec{U}_n$ , tel que

$$\begin{aligned} & \int_0^L [\vec{e}_n \mu(z) \phi_n(z)] \phi_n(z) dz \\ &= \vec{e}_n \int_0^L \mu(z) \phi_n^2(z) dz = \vec{e}_n m_n = \vec{U}_n \end{aligned}$$

### 6.7 equivalent $n^{\text{th}}$ modal unbalance

minimum single unbalance,  $\vec{U}_{ne}$ , equivalent to the  $n^{\text{th}}$  modal unbalance (6.6) in its effect on the  $n^{\text{th}}$  principal mode of the deflection configuration

NOTE 1 There exists the relation  $\vec{U}_n = \vec{U}_{ne} \phi_n(z_e)$ , where  $\phi_n(z_e)$  is the mode function value for  $z = z_e$ , the axial coordinate of the transverse plane where  $\vec{U}_{ne}$  is applied.

NOTE 2 A set of masses distributed in an appropriate number of **correction planes** (4.8) and so proportioned that the mode under consideration will be affected, may be called the equivalent  $n^{\text{th}}$  modal unbalance set.

NOTE 3 An equivalent  $n^{\text{th}}$  modal unbalance will affect some modes other than the  $n^{\text{th}}$  mode.

### 6.8 modal balance tolerance

amount of equivalent modal unbalance in a mode that is specified as the maximum below which the state of **unbalance** (3.1) in that mode is considered to be acceptable

### 6.9 multiple-frequency vibration

vibration at a frequency corresponding to an integral multiple of the rotational frequency

NOTE This vibration may be caused by anisotropy of the **rotor** (2.1), non-linear characteristics of the rotor/bearing system, or other causes.

### 6.10 thermally induced unbalance

change in condition exhibited by a **rotor** (2.1) if its state of **unbalance** (3.1) is significantly altered by its changes in temperature

NOTE The change in condition can be permanent or temporary.

### 6.11 low-speed balancing

(flexible rotors) procedure of **balancing** (4.1) at a speed where the **rotor** (2.1) to be balanced can be considered to be rigid

### 6.12 high-speed balancing

(flexible rotors) procedure of **balancing** (4.1) at a speed where the **rotor** (2.1) to be balanced cannot be considered to be rigid

### 6.7 balourd modal équivalent d'ordre $n$

**balourd** (3.1) unique minimal,  $\vec{U}_{ne}$ , équivalant au **balourd modal d'ordre  $n$**  (6.6) de par ses effets sur le  $n^{\text{ième}}$  mode principal de la configuration de la déformation

NOTE 1  $\vec{U}_n$  et  $\vec{U}_{ne}$  sont liés par la relation  $\vec{U}_n = \vec{U}_{ne} \phi_n(z_e)$ , où  $\phi_n(z_e)$  est la valeur de la fonction modale pour  $z = z_e$ , coordonnée axiale du plan transversal dans lequel  $\vec{U}_{ne}$  est appliqué.

NOTE 2 L'ensemble des masses d'équilibrage, réparties dans un nombre approprié de **plans de correction** (4.8) et calculées de manière à agir sur le mode considéré, peut être désigné par les termes «ensemble des balourds modaux équivalents d'ordre  $n$ ».

NOTE 3 Les balourds modaux équivalents d'ordre  $n$  affectent des modes autres que le  $n^{\text{ième}}$ .

### 6.8 tolérance de l'équilibre modal

pour un mode déterminé, valeur maximale du balourd modal équivalent spécifiée, au-dessous de laquelle un **balourd** (3.1) affectant ce mode est considéré comme acceptable

### 6.9 vibration à un multiple de la fréquence de rotation

vibration apparaissant à une fréquence égale à un multiple entier de la fréquence de rotation

NOTE Cette vibration peut être causée par l'anisotropie du **rotor** (2.1), par la non-linéarité des caractéristiques de l'ensemble rotor/paliers, ou par d'autres phénomènes.

### 6.10 balourd causé par un phénomène thermique

variation significative du **balourd** (3.1) résultant des variations de température d'un **rotor** (2.1)

NOTE La variation peut être permanente ou temporaire.

### 6.11 équilibrage à basse vitesse

(rotors flexibles) méthode d'**équilibrage** (4.1) à une vitesse pour laquelle le **rotor** (2.1) à équilibrer peut être considéré comme rigide

### 6.12 équilibrage à haute vitesse

(rotors flexibles) méthode d'**équilibrage** (4.1) à une vitesse pour laquelle le **rotor** (2.1) à équilibrer ne peut pas être considéré comme rigide

**6.13  
susceptibility to unbalance**

indication of the likelihood of a machine having a significant change of **unbalance** (3.1) over a certain period of operation

**6.14  
sensitivity to unbalance**

measure of the change in vibration response of a machine to a change of **unbalance** (3.1)

NOTE It is expressed numerically as the magnitude of the ratio of the vector change of vibration to a vector change of unbalance.

**6.15  
local sensitivity**

magnitude of the ratio of the change of the displacement or velocity vector in a specified **measuring plane** (4.9) to the change of the **unbalance** (3.1) in a specified plane in the **rotor** (2.1) at a specified speed

NOTE The local sensitivity is frequently referred to as the "influence coefficient". It is a dimensional quantity.

**6.16  
mode function**

$\phi_n(z)$   
mathematical expression for the deflection shape of the **rotor** (2.1) in the corresponding mode

NOTE In deriving the definitions 6.6 and 6.17 to 6.22 of modal terms, it is assumed that the normal modes are orthogonal and the system is axially symmetric.

**6.17  
modal mass**

$m_n$   
scaling factor with dimensions of mass, used in part to describe the **mode function** (6.16) and expressed by

$$m_n = \int_0^L \mu(z) \phi_n^2(z) dz$$

where  $\mu(z)$  is the mass per unit length of the **rotor** (2.1) and  $L$  is the rotor length

**6.18  
modal amplification factor**

$M_n$   
ratio of the magnitude of the modal vibration displacement vector to the magnitude of the modal eccentricity

**6.13  
susceptibilité au déséquilibre**

indication de la probabilité qu'une machine a de présenter une variation de **balourd** (3.1) au bout d'une certaine période de fonctionnement

**6.14  
sensibilité au déséquilibre**

mesure de la variation de la réponse aux vibrations donnée par une machine face à une variation de **balourd** (3.1)

NOTE Elle est exprimée numériquement par le module du rapport entre la variation du vecteur de vibration à la variation du vecteur balourd.

**6.15  
sensibilité locale**

module du rapport entre la variation du vecteur de déplacement ou du vecteur de vitesse dans un **plan de mesurage** (4.9) spécifié et une variation du **balourd** (3.1) dans le **rotor** (2.1) dans un plan spécifié et à une vitesse donnée

NOTE La sensibilité locale est souvent désignée par «coefficient d'influence». C'est une grandeur dimensionnelle.

**6.16  
fonction modale**

$\phi_n(z)$   
expression mathématique qui décrit la forme de la déformation du **rotor** (2.1) dans le mode correspondant

NOTE En déclinant du terme «modal» les définitions 6.6 et 6.17 à 6.22, il est supposé que les modes normaux sont orthogonaux et que le système est axialement symétrique.

**6.17  
masse modale**

$m_n$   
facteur d'échelle dimensionnel de la masse, servant en partie à décrire la **fonction modale** (6.16), et exprimée par

$$m_n = \int_0^L \mu(z) \phi_n^2(z) dz$$

où  $\mu(z)$  est la masse par unité de longueur du **rotor** (2.1) et  $L$  la longueur du rotor

**6.18  
facteur modal d'amplification**

$M_n$   
rapport entre le module du vecteur de déplacement de la vibration modale et le module de l'excentricité modale

NOTE It is a non-dimensional quantity. It is expressed for the  $n^{\text{th}}$  mode as

$$M_n = \frac{\left(\frac{\Omega}{\omega_n}\right)^2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\Omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + 4\zeta_n^2 \left(\frac{\Omega}{\omega_n}\right)^2}}$$

where

$\Omega$  is the rotational angular frequency;

$\omega_n$  is the undamped natural angular frequency;

$\zeta_n$  is the **modal damping ratio** (6.21).

### 6.19 modal sensitivity

magnitude of the ratio of the change of the amount of the modal displacement vector to the change of the amount of the modal eccentricity [modal **unbalance** (3.1) divided by modal mass]

NOTE 1 It is a non-dimensional quantity.

NOTE 2 In practical determinations of modal sensitivity, care should be taken to extract the relevant modal components.

NOTE 3 The modal sensitivity for the  $n^{\text{th}}$  mode is equal in magnitude to the **modal amplification factor** (6.9),  $M_n$ .

### 6.20 non-dimensional speed ( $n^{\text{th}}$ mode)

ratio of the shaft speed to the corresponding critical speed [resonant speed], i.e.  $\Omega/\omega_n$

NOTE It is sometimes expressed as  $\eta_n$ .

### 6.21 modal damping ratio

$\zeta_n$   
measure of the damping effect on the  $n^{\text{th}}$  mode

NOTE The damping in the  $n^{\text{th}}$  mode is sometimes expressed in terms of the factor  $Q_n$ , which is the value of the **modal amplification factor** (6.9) for  $\Omega/\omega_n = 1$ . That is

$$Q_n = \frac{1}{2\zeta_n}$$

NOTE C'est une grandeur sans dimension. Elle s'exprime pour le  $n^{\text{ième}}$  mode par

$$M_n = \frac{\left(\frac{\Omega}{\omega_n}\right)^2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\Omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + 4\zeta_n^2 \left(\frac{\Omega}{\omega_n}\right)^2}}$$

où

$\Omega$  est la fréquence angulaire de rotation;

$\omega_n$  est la fréquence angulaire propre non amortie;

$\zeta_n$  est le **rapport modal d'amortissement** (6.21).

### 6.19 sensibilité modale

module du rapport entre la variation de la valeur du vecteur de déplacement modal et une variation de la valeur de l'excentricité modale [**balourd** (3.1) modal divisé par la masse modale]

NOTE 1 C'est une grandeur sans dimension.

NOTE 2 Dans la détermination pratique de la sensibilité modale, il convient d'extraire avec soin les composantes modales correspondantes.

NOTE 3 La sensibilité modale pour le  $n^{\text{ième}}$  mode est égale en module au **facteur modal d'amplification** (6.18),  $M_n$ .

### 6.20 vitesse sans dimension ( $n^{\text{ième}}$ mode)

rapport entre la vitesse de l'arbre et la vitesse critique [de résonance] correspondante, c'est-à-dire  $\Omega/\omega_n$

NOTE Elle est parfois exprimée comme  $\eta_n$ .

### 6.21 rapport modal d'amortissement ( $n^{\text{ième}}$ mode)

$\zeta_n$   
mesure de l'effet d'amortissement sur le  $n^{\text{ième}}$  mode

NOTE L'amortissement dans le  $n^{\text{ième}}$  mode est parfois exprimé par le facteur  $Q_n$ , qui caractérise la valeur du **facteur modal d'amplification** (6.19) pour  $\Omega/\omega_n = 1$ . Soit:

$$Q_n = \frac{1}{2\zeta_n}$$

**6.22**

**modal eccentricity**

specific modal unbalance

$\langle n^{\text{th}} \text{ mode} \rangle$   **$n^{\text{th}}$  modal unbalance** (6.6) divided by the  $n^{\text{th}}$  **modal mass** (6.17)

$$\vec{e}_n = \frac{\vec{U}_n}{m_n}$$

**7 Rotating rigid free-bodies**

The definitions in this clause apply to rotating rigid free-bodies. However, when such a body is mounted on a balancing machine, it can be considered as a rotor, and in this case the definitions in clauses 1 to 5 may be used.

**7.1**

**rigid free-body**

system of particles with rigid internal connections and no external constraints

**7.2**

**rotating rigid free-body**

**rigid free-body** (7.1) rotating about an axis

NOTE The rotation axis is not stationary if it is not a central principal axis.

**7.3**

**principal axis location**

axis location defined by the offset of the **centre of mass** (1.1) from the **design axis** (7.4) and the tilt angles of the principal axis from the design axis

**7.4**

**design axis**

axis about which parts and assemblies are designed and about which it is intended that the body be balanced

NOTE In the ideal case, the design axis and spin axis coincide.

**7.5**

**rigid free-body unbalance**

$\langle \text{balancing machine} \rangle$  condition that exists in any **rotating rigid free-body** (7.2) when rotary motion is imparted about its spin axis as a result of centrifugal force(s)

NOTE 1 The rotation motion of the principal axis may be cylindrical or conical, or a combination of both.

NOTE 2 The definitions of rigid free-body static unbalance, rigid free-body couple unbalance and rigid free-body

**6.22**

**excentricité modale** ( $n^{\text{ième}}$  mode)

balourd modal spécifique

$\langle n^{\text{ième}} \text{ mode} \rangle$  **balourd modal d'ordre  $n$**  (6.6) divisé par la **masse modale** (6.17) d'ordre  $n$ , soit:

$$\vec{e}_n = \frac{\vec{U}_n}{m_n}$$

**7 Corps-libres rigides en rotation**

Les définitions du présent article sont applicables aux corps-libres rigides en rotation. Toutefois, lorsque l'on monte un de ces corps sur une machine à équilibrer, il peut être considéré comme un rotor et, dans ce cas, on peut utiliser les définitions des articles 1 à 5.

**7.1**

**corps-libre rigide**

système d'éléments présentant des liaisons internes rigides et qui n'est pas soumis à des contraintes externes

**7.2**

**corps-libre rigide en rotation**

**corps-libre rigide** (7.1) tournant autour d'un axe

NOTE L'axe de rotation n'est pas immobile s'il n'est pas un axe central principal d'inertie.

**7.3**

**emplacement de l'axe principal**

position de l'axe définie par la distance entre le **centre de masse** (1.1) et l'**axe de construction** (7.4), et par l'angle entre l'axe principal et l'axe de construction

**7.4**

**axe de construction**

axe par rapport auquel les pièces et les assemblages sont conçus et autour duquel on désire que le corps soit en équilibre

NOTE Dans le cas idéal, les axes de construction et de pivotement coïncident.

**7.5**

**balourd d'un corps-libre rigide**

$\langle \text{machine à équilibrer} \rangle$  **balourd** (3.1) que présente tout **corps-libre rigide en rotation** (7.2), lorsqu'un mouvement de rotation est communiqué autour de son axe de pivotement par suite des forces centrifuges

NOTE 1 Le mouvement de rotation de l'axe principal peut être cylindrique ou conique ou bien une combinaison des deux.

NOTE 2 Les définitions du déséquilibre statique d'un corps-libre rigide, du déséquilibre de couple d'un corps-libre

dynamic unbalance are the same as definitions 3.6, 3.8 and 3.9 except that the spin axis is used here as a reference axis instead of the **shaft axis** (2.7).

## 7.6

### **rigid free-body balancing**

procedure by which the mass distribution of a **rigid free-body** (7.1) is checked and, if necessary, adjusted to ensure that the **principal axis location** (7.3) is within specified limits

## 8 Balancing machine tooling

### 8.1

#### **dummy rotor**

⟨balancing procedure⟩ attachment of adequate stiffness and of the same dynamic characteristics [centre-of-mass (1.1) location, mass and moments of inertia] as the **rotor** (2.1), or part of a rotor, it replaces

### 8.2

#### **mandrel balancing arbor**

machined shaft on which work is mounted for **balancing** (4.1)

### 8.3

#### **unbalance bias of a mandrel unbalance bias of a balancing arbor**

known **unbalance** (3.1) added to a **balancing arbor** (8.2)

NOTE Biasing a balancing arbor generally serves the purpose of either compensating for the **residual unbalance** (3.10) that runout of the balancing arbor's rotor mounting surface causes when this single balancing arbor is used in **balancing** (4.1) a series of rotors of the same mass or introducing a specified unbalance at a specific angular position for the purpose of balancing parts which, after being removed from the balancing arbor, are to have a specified unbalance.

### 8.4

#### **bias mass**

mass added to a **mandrel [balancing arbor]** (8.2) to create a desired **unbalance bias** (8.3)

### 8.5

#### **master rotor**

**calibration rotor** (8.7) with provision for adding **calibration masses** (4.18) at a known location and used for periodically checking the **calibration** (5.34) of a **balancing machine** (5.1)

rigide et du déséquilibre dynamique d'un corps-libre rigide sont identiques à celles données en 3.6, 3.8 et 3.9, excepté l'axe de pivotement qui doit être substitué à l'**axe de l'arbre** (2.7).

## 7.6

### **équilibrage d'un corps-libre rigide**

procédure permettant de vérifier la répartition de la masse d'un **corps-libre rigide** (7.1) et, si besoin est, de la corriger, afin d'obtenir que l'**emplacement de l'axe principal** (7.3) soit dans un domaine spécifié

## 8 Outillage de machine à équilibrer

### 8.1

#### **rotor équivalent**

⟨procédure d'équilibrage⟩ élément de rigidité adéquate et de mêmes caractéristiques dynamiques [emplacement du **centre de masse** (1.1), masse et moments d'inertie] que le **rotor** (2.1) qu'il remplace ou une partie de celui-ci

### 8.2

#### **faux arbre arbre d'équilibrage**

arbre usiné sur lequel la pièce est montée pour l'**équilibrage** (4.1)

### 8.3

#### **balourd de compensation d'un faux arbre balourd de compensation d'un arbre d'équilibrage**

**balourd** (3.1) connu, ajouté à un **arbre d'équilibrage** (8.2)

NOTE Le balourd de compensation d'un arbre d'équilibrage sert généralement soit à compenser le **balourd résiduel** (3.10) que provoque l'excentricité de la surface du montage du rotor de l'arbre d'équilibrage lorsque celui-ci seulement est utilisé pour l'**équilibrage** (4.1) d'une série de rotors de même masse, soit à réaliser un balourd spécifié dans une position angulaire spécifique pour équilibrer des pièces, qui, après avoir été retirées de l'arbre d'équilibrage, auront un balourd spécifié.

### 8.4

#### **masse d'un balourd de compensation**

masse ajoutée à un **faux arbre [arbre d'équilibrage]** (8.2) pour créer un **balourd de compensation** (8.3) voulu

### 8.5

#### **rotor de contrôle**

**rotor d'étalonnage** (8.7) qui possède des **masses d'étalonnage** (4.18) en une position donnée et utilisé pour vérifier périodiquement l'**étalonnage** (5.34) d'une **machine à équilibrer** (5.1)

**8.6  
nodal bar**

rigid bar coupled through bearings to a flexibly supported **rigid rotor** (2.2), its motion being essentially parallel to that of the **shaft axis** (2.7)

NOTE 1 Its function is to provide correction plane separation by locating the motion transducers at centres of rotation corresponding to centres of percussion located in **correction planes** (4.8).

NOTE 2 A motion transducer so located has minimum **correction plane interference ratio** (5.26).

**8.7  
calibration rotor**

**rotor** (2.1) (usually the first of a series) used for the **calibration** (5.34) of a **balancing machine** (5.1)

**8.8  
proving rotor  
test rotor**

**rigid rotor** (2.2) of suitable mass, designed for testing **balancing machines** (5.1), and balanced sufficiently to permit the introduction of exact **unbalance** (3.1) by means of additional masses with high reproducibility of the magnitude and angular position

**8.6  
barre nodale**

barre rigide couplée par les paliers à un **rotor rigide** (2.2) supporté élastiquement et dont le mouvement est essentiellement parallèle à celui de l'**axe de l'arbre** (2.7)

NOTE 1 Elle permet la séparation des plans de correction; les capteurs de mouvement sont placés aux centres de rotation correspondant aux centres de percussion situés dans les **plans de correction** (4.8).

NOTE 2 Un capteur de mouvement ainsi positionné possède un **taux minimal d'interaction entre les plans de correction** (5.26).

**8.7  
rotor d'étalonnage**

**rotor** (2.1) (généralement le premier d'une série) utilisé pour l'**étalonnage** (5.34) d'une **machine à équilibrer** (5.1)

**8.8  
rotor de vérification  
rotor d'essai**

**rotor rigide** (2.2) de masse convenable, utilisé pour vérifier les **machines à équilibrer** (5.1), et suffisamment équilibré pour permettre l'introduction d'un **balourd** (3.1) précis au moyen des masses additionnelles dont le module et la position angulaire sont reproductibles

## **Annex A** (informative)

### **Illustrated guide to balancing machine terminology**

#### **A.1 General**

This annex provides illustrated terminology for balancing machines. It applies to all forms of communication, for example technical correspondence, specification and catalogues.

#### **A.2 Figures illustrating terms**

The terms in this International Standard are illustrated in Figures A.1 to A.20.

#### **A.3 Index of equivalent terms**

A numerical index of equivalent balancing machine terms in English, French and German is given in the keys to the figures.

## **Annexe A** (informative)

### **Guide illustré de la terminologie de la machine à équilibrer**

#### **A.1 Généralités**

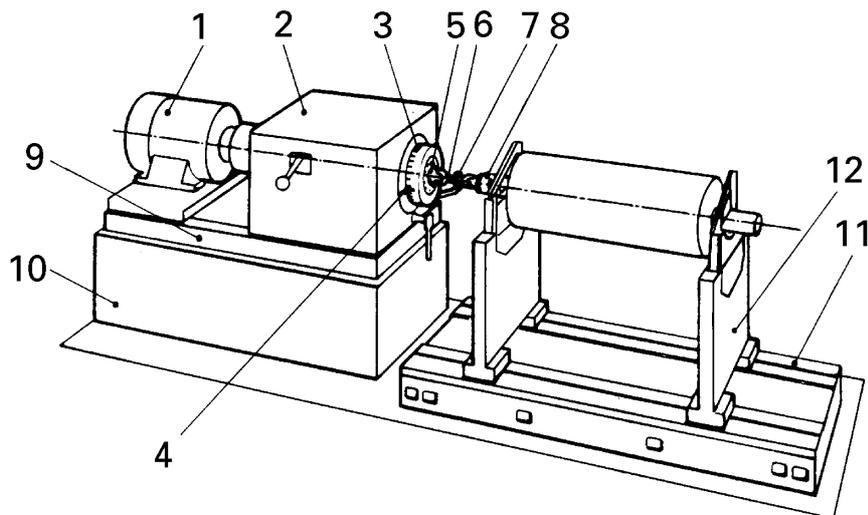
La présente annexe fournit une terminologie illustrée sur les machines à équilibrer. Elle s'applique à toutes formes de communications, par exemple correspondance technique, spécifications et catalogues.

#### **A.2 Figures illustrant les termes**

Les termes de la présente Norme internationale sont illustrés sur les Figures A.1 à A.20.

#### **A.3 Index et termes équivalents**

Un index numérique des termes équivalents des machines à équilibrer en anglais, en français et en allemand est donné dans les légendes des figures.



**Key**

- 1 Drive motor
- 2 Headstock
- 3 Protractor/angle scale
- 4 Index mark
- 5 Face plate
- 6 Universal joint drive shaft
- 7 Drive shaft safety guard
- 8 Drive adaptor
- 9 Sub-base
- 10 Plinth
- 11 Bed
- 12 Support

**Légende**

- 1 Moteur d'entraînement
- 2 Unité de transmission
- 3 Disque gradué/échelle angulaire
- 4 Repère
- 5 Bride frontale
- 6 Arbre d'entraînement articulé/arbre à cardan
- 7 Protecteur de l'arbre d'entraînement
- 8 Manchon d'entraînement/entraînement
- 9 Embase
- 10 Socle
- 11 Banc
- 12 Support

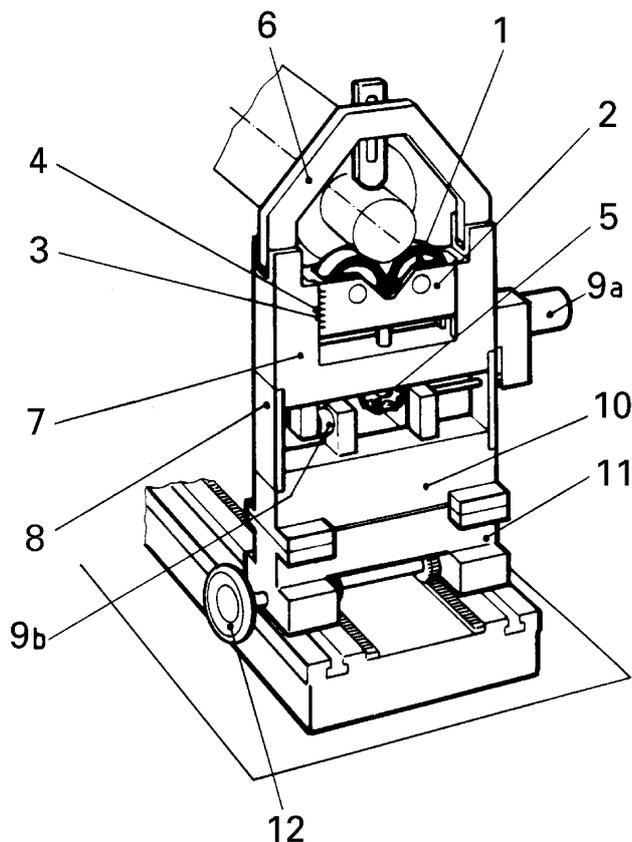
**Legende**

- 1 Antriebsmotor
- 2 Getriebe
- 3 Winkelskala
- 4 Bezugsmarke
- 5 Anschlussflansch
- 6 Gelenkwelle
- 7 Gelenkwellenschutz
- 8 Antriebsmitnehmer
- 9 Grundplatte
- 10 Sockel
- 11 Bett
- 12 Lagerständer

**Figure A.1 — Machine with end-drive**

**Figure A.1 — Machine à entraînement axial**

**Abbildung A.1 — Maschine mit Gelenkwellenantrieb**

**Key**

1	Open roller
2	Roller carriage
3	Journal diameter scale
4	Index mark
5	Height adjustment
6	Safety bracket (hold-down)
7	Bearing bridge
8	Suspension springs
9a	Transducer (pick-up)
9b	Transducer (pick-up), alternative position
10	Support
11	Riser
12	Moving gear (axial adjustment)

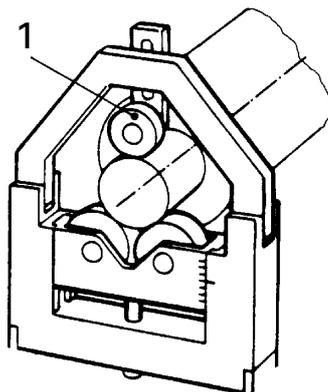
**Légende**

1	Galet
2	Support de galets
3	Échelle des diamètres des tourillons
4	Repère
5	Réglage en hauteur
6	Étrier de sécurité/contre-palier
7	Traverse de palier
8	Suspension
9a	Transducteur (capteur)
9b	Transducteur (capteur) (autre position possible)
10	Support
11	Rehausse
12	Mécanisme de déplacement (réglage axial)

**Legende**

1	Tragrolle
2	Tragrolleneinsatz
3	Einstellskala für Zapfendurchmesser
4	Bezugsmarke
5	Höheneinstellung
6	Radial-Gegenlager
7	Lagerbrücke
8	Stützfedern
9a	Messwert-Aufnehmer
9b	Messwert-Aufnehmer (alternative Position)
10	Lagerständer-Grundkörper
11	Untersatz
12	Fahrwerk

**Figure A.2 — Support assembly****Figure A.2 — Ensemble support****Abbildung A.2 — Lagerständer mit Aufnehmer**

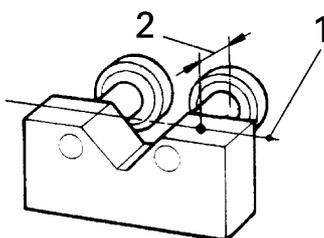


**Key**  
1 Negative load roller

**Légende**  
1 Galet pour charge négative

**Legende**  
1 Gegenrolle

**Figure A.3 — Hold-down with negative load bearing**  
**Figure A.3 — Contre-palier à galet pour charge négative**  
**Abbildung A.3 — Radial-Gegenlager für nach oben gerichtete Lagerkräfte**

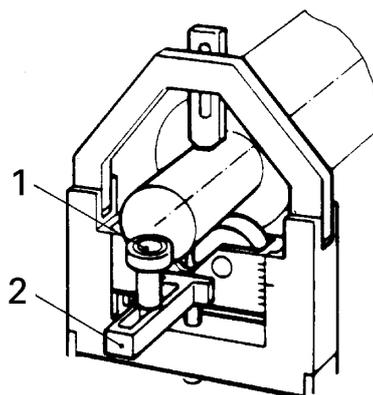


**Key**  
1 Centreline of support  
2 Offset

**Légende**  
1 Axe de support  
2 Galet déporté

**Legende**  
1 Tragrolleneinsatzachse  
2 Tragrollenvorbau

**Figure A.4 — Offset roller carriage**  
**Figure A.4 — Support à galets déportés**  
**Abbildung A.4 — Vorgebaute Tragrollen**



**Key**

- 1 Roller
- 2 Bracket

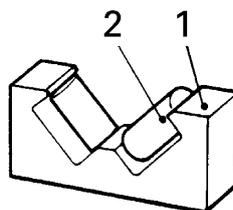
**Légende**

- 1 Galet
- 2 Tasseau

**Legende**

- 1 Gegenrolle
- 2 Gegenrollenträger

**Figure A.5 — Axial thrust stop**  
**Figure A.5 — Butée axiale**  
**Abbildung A.5 — Axial-Gegenhalter**



**Key**

- 1 V-roller carriage
- 2 Inclined rollers

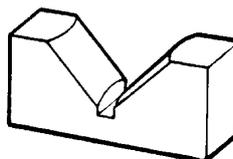
**Légende**

- 1 Support à galet incliné
- 2 Galet incliné

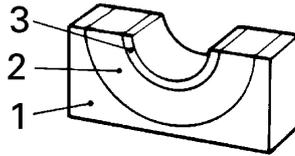
**Legende**

- 1 Schrägrolleneinsatz
- 2 Schrägrolle

**Figure A.6 — V-roller carriage**  
**Figure A.6 — Support à galets obliques**  
**Abbildung A.6 — Schrägrolleneinsatz**



**Figure A.7 — V-block**  
**Figure A.7 — Bloc-support oblique**  
**Abbildung A.7 — Prismenlager**



**Key**

- 1 Sleeve-bearing carriage
- 2 Liner
- 3 Half-sleeve bearing/hydrodynamic or hydrostatic

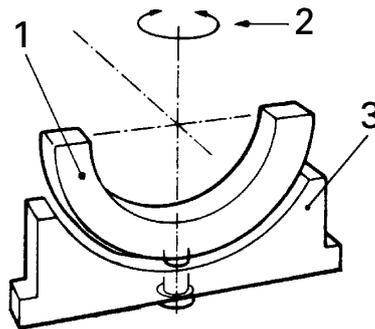
**Légende**

- 1 Support de demi-palier à coussinet
- 2 Garniture
- 3 Demi-palier à coussinet/hydrodynamique ou hydrostatique

**Legende**

- 1 Gleitlagereinsatz
- 2 Lagerschale
- 3 (Offene) Gleitlagerung/hydrodynamisch oder hydrostatisch

**Figure A.8 — Half-sleeve-bearing carriage**  
**Figure A.8 — Support de demi-palier à coussinet**  
**Abbildung A.8 — Gleitlagereinsatz**



**Key**

- 1 Saddle
- 2 Degree of freedom
- 3 Vertical axis saddle-bearing carriage

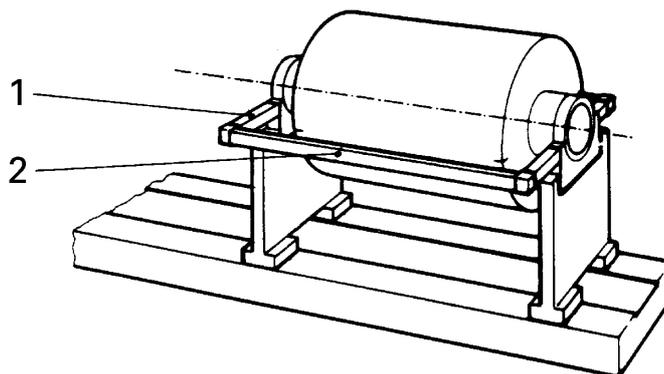
**Légende**

- 1 Coquille
- 2 Degré de liberté
- 3 Support de palier à coquille à axe vertical

**Legende**

- 1 Sattel
- 2 Freiheitsgrad
- 3 Lagerbrücken-Aufsatz

**Figure A.9 — Saddle-bearing assembly**  
**Figure A.9 — Ensemble de palier à coquille**  
**Abbildung A.9 — Sattellagerung**



**Key**

- 1 Tiebar arm
- 2 Tiebar

**Légende**

- 1 Bras de liaison
- 2 Liaison

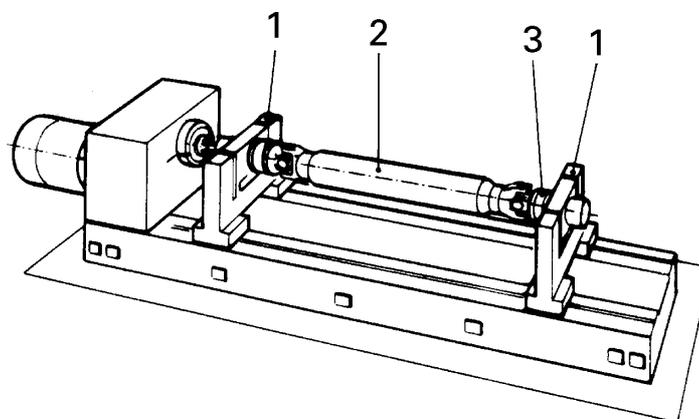
**Legende**

- 1 Ausleger
- 2 Verbindungsstange

**Figure A.10 — Tiebar frame**

**Figure A.10 — Cadre de liaison**

**Abbildung A.10 — Verbundrahmen**



**Key**

- 1 Support
- 2 Rotor
- 3 Spindle

**Légende**

- 1 Support
- 2 Rotor
- 3 Broche

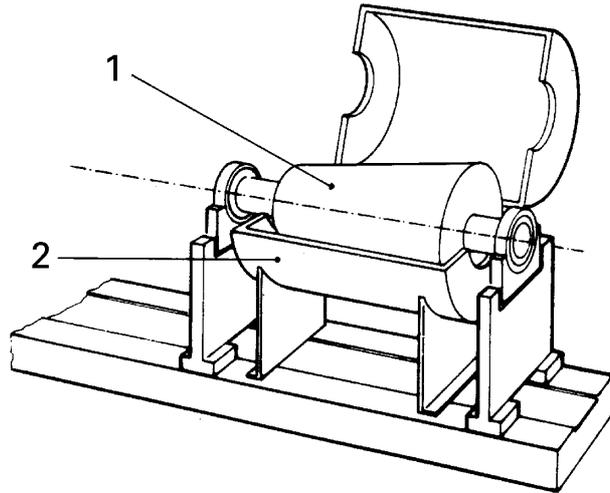
**Legende**

- 1 Lagerständer
- 2 Rotor
- 3 Spindel

**Figure A.11 — Support with spindle heads**

**Figure A.11 — Support de paliers à broche**

**Abbildung A.11 — Spindellagerung**

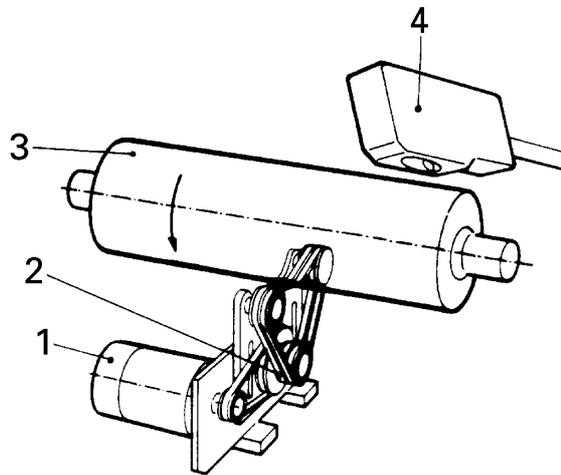


**Key**  
 1 Rotor  
 2 Rotor enclosure

**Légende**  
 1 Rotor  
 2 Enceinte de rotor

**Legende**  
 1 Rotor  
 2 Rotorabdeckung

**Figure A.12 — Rotor enclosure**  
**Figure A.12 — Enceinte de rotor**  
**Abbildung A.12 — Rotorabdeckung**

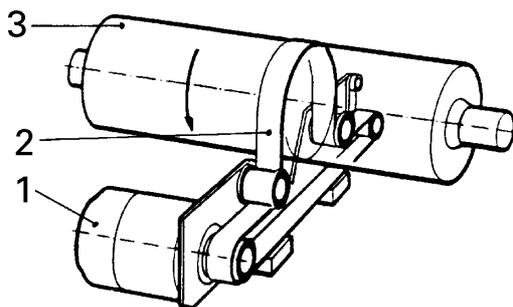


**Key**  
 1 Drive motor  
 2 Driving belt  
 3 Rotor  
 4 Scanning head (typical for machines with other than end-drive)

**Légende**  
 1 Moteur d'entraînement  
 2 Courroie d'entraînement  
 3 Rotor  
 4 Tête de lecture (typique pour les machines à entraînement autre qu'axial)

**Legende**  
 1 Antriebsmotor  
 2 Antriebsriemen  
 3 Rotor  
 4 Abtastkopf (typisch für Maschinen mit Antrieben ohne Gelenkwelle)

**Figure A.13 — Tangential belt-drive**  
**Figure A.13 — Entraînement par courroie tangentielle**  
**Abbildung A.13 — Tangentialbandantrieb**



**Key**

- 1 Drive motor
- 2 Driving belt
- 3 Rotor

**Légende**

- 1 Moteur d'entraînement
- 2 Courroie d'entraînement
- 3 Broche

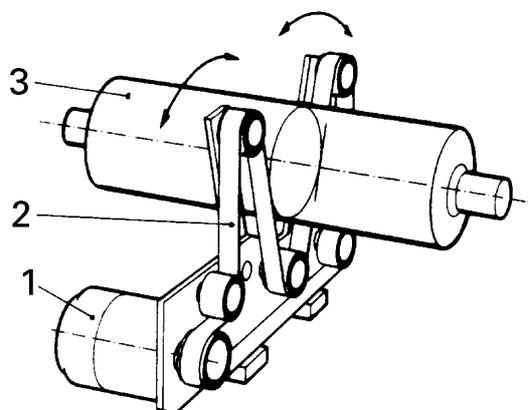
**Legende**

- 1 Antriebsmotor
- 2 Antriebsriemen
- 3 Rotor

**Figure A.14 — Underslung belt-drive**

**Figure A.14 — Entraînement par courroie à enfilage**

**Abbildung A.14 — Umschlingungsbandantrieb**



**Key**

- 1 Drive motor
- 2 Driving belt
- 3 Rotor

**Légende**

- 1 Moteur d'entraînement
- 2 Courroie d'entraînement
- 3 Rotor

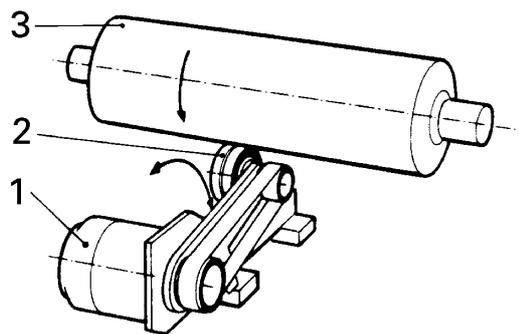
**Legende**

- 1 Antriebsmotor
- 2 Antriebsriemen
- 3 Rotor

**Figure A.15 — Scissor-type belt-drive**

**Figure A.15 — Entraînement par courroie en ciseaux**

**Abbildung A.15 — Scherenbandantrieb**



**Key**

- 1 Drive motor
- 2 Friction roll
- 3 Rotor

**Légende**

- 1 Moteur d'entraînement
- 2 Galet de friction
- 3 Rotor

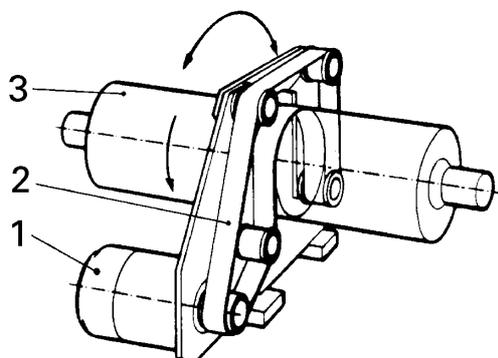
**Legende**

- 1 Antriebsmotor
- 2 Reibrolle
- 3 Rotor

**Figure A.16 — Friction roller-drive**

**Figure A.16 — Entraînement par galet de friction**

**Abbildung A.16 — Reibradantrieb**



**Key**

- 1 Drive motor
- 2 Driving belt
- 3 Rotor

**Légende**

- 1 Moteur d'entraînement
- 2 Courroie d'entraînement
- 3 Rotor

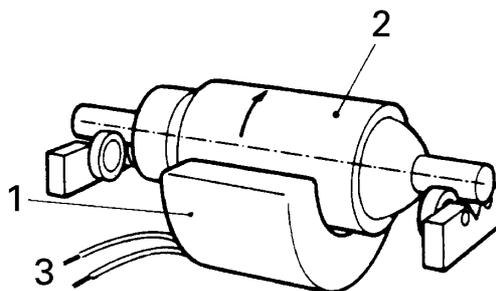
**Legende**

- 1 Antriebsmotor
- 2 Antriebsriemen
- 3 Rotor

**Figure A.17 — Overslung belt-drive**

**Figure A.17 — Entraînement par courroie à étrier relevable**

**Abbildung A.17 — Klappbügelbandantrieb**



**Key**

- 1 Open stator
- 2 Rotor
- 3 Power input

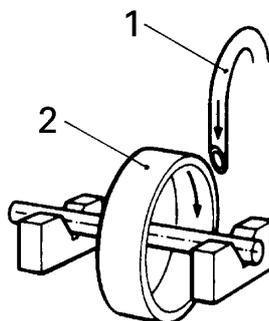
**Légende**

- 1 Stator ouvert
- 2 Rotor
- 3 Bornes de tension

**Legende**

- 1 Offener Stator
- 2 Rotor
- 3 Anschlusskabel

**Figure A.18 — Induction drive**  
**Figure A.18 — Entraînement par induction**  
**Abbildung A.18 — Drehfeldantrieb**



**Key**

- 1 Air-jet
- 2 Rotor

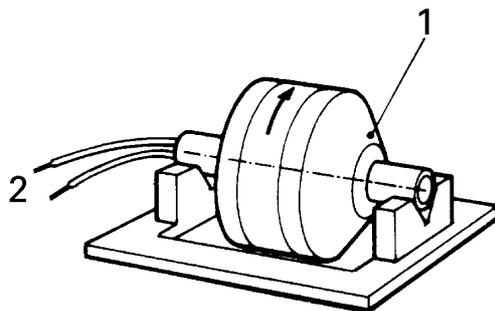
**Légende**

- 1 Buse d'air
- 2 Rotor

**Legende**

- 1 Luftdüse
- 2 Rotor

**Figure A.19 — Air-drive**  
**Figure A.19 — Entraînement par air**  
**Abbildung A.19 — Druckluftantrieb**



**Key**

- 1 Assembly with self-drive
- 2 Power input

**Légende**

- 1 Ensemble rotor autoentraîné
- 2 Bornes de tension

**Legende**

- 1 Zusammenbau mit Eigenantrieb
- 2 Anschlusskabel

**Figure A.20 — Self-drive**  
**Figure A.20 — Autoentraînement**  
**Abbildung A.20 — Eigenantrieb**

## Bibliography

- [1] ISO 1940-1:1986, *Mechanical vibration — Balance quality requirements of rigid rotors — Part 1: Determination of permissible residual unbalance.*
- [2] ISO 2041:1990, *Vibration and shock — Vocabulary.*

## Bibliographie

- [1] ISO 1940-1:1986, *Vibrations mécaniques — Exigences en matière de qualité dans l'équilibrage des rotors rigides — Partie 1: Détermination du balourd résiduel admissible.*
- [2] ISO 2041:1990, *Vibrations et chocs — Vocabulaire.*

## Alphabetical index

### A

above-resonance balancing machine 5.8  
 acceptability limit 4.12  
 amount indicator 5.13  
 amount of unbalance 3.3  
 angle indicator 5.17  
 angle of unbalance 3.4  
 angle reference generator 5.19  
 angle reference marks 5.20  
 audit run 5.41  
 axes of inertia 1.2  
 axis of rotation 1.4

### B

balance axis 1.2  
 balance quality grade 3.16  
 balance tolerance 4.13  
 balancing 4.1  
 balancing arbor 8.2  
 balancing bearings 5.51  
 balancing machine 5.1  
 balancing machine accuracy 5.24  
 balancing machine minimum response 5.23  
 balancing machine sensitivity 5.29  
 balancing plane 4.8  
 balancing run 5.42  
 balancing speed 2.16  
 bearing support 2.13  
 below-resonance balancing machine 5.6  
 bias mass 8.4  
 bob weight 5.48

### C

calibration 5.34  
 calibration mass 4.18  
 calibration rotor 8.7  
 central principal axes 1.2  
 central principal moments of inertia 1.2  
 centre of mass 1.1  
 centrifugal balancing machine 5.3  
 check run 5.41  
 claimed minimum achievable residual unbalance 5.40  
 compensating balancing machine 5.9  
 compensator 5.16  
 component correction 4.6  
 component measuring device 5.22  
 controlled initial unbalance 3.17  
 correction mass 4.17

correction plane 4.8  
 correction plane interference 5.25  
 correction plane interference ratios 5.26  
 counterweight 5.15  
 couple unbalance 3.8  
 couple unbalance interference ratio 5.27  
 critical speed 1.3  
 cross-effect 5.25  
 cycle rate 5.44

### D

design axis 7.4  
 differential test masses 4.21  
 differential unbalance 4.22  
 direct-reading balancing machine 5.10  
 double compensator 5.50  
 dummy rotor 8.1  
 dynamic balancing 4.3  
 dynamic balancing machine 5.5  
 dynamic unbalance 3.9

### E

electrical runout 2.19  
 equivalent  $n$ th modal unbalance 6.7

### F

field balancing 4.14  
 field balancing equipment 5.12  
 final unbalance 3.10  
 fitment 2.21  
 flexible rotor 2.3  
 flexural critical speed (rotor) 6.1  
 flexural principal mode (rotor) 6.3  
 floor-to-floor time 5.43  
 floor-to-floor time gross 5.43  
 force-measuring balancing machine 5.6  
 foundation 2.14

### G

gravitational balancing machine 5.2

### H

half-key 2.24  
 hard-bearing balancing machine 5.6  
 high-speed balancing 6.12

### I

inboard rotor 2.8  
 index balancing 4.23  
 indexing 4.15  
 indexing unbalance 4.4  
 initial unbalance 3.11  
 isotropic bearing support 2.22

### J

journal 2.4  
 journal axis 2.5  
 journal centre 2.6

### L

local mass eccentricity 2.12  
 local sensitivity 6.15  
 low-speed balancing 6.11

### M

mandrel 8.2  
 mass axis 1.2  
 mass centring 4.16  
 mass eccentricity 2.11  
 master rotor 8.5  
 measuring plane 4.9  
 measuring run 5.41  
 mechanical adjustment 5.36  
 method of correction 4.5  
 minimum achievable residual specific unbalance 5.39  
 minimum achievable residual unbalance 5.38  
 modal amplification factor 6.18  
 modal balancing 6.5  
 modal balance tolerance 6.8  
 modal damping ratio 6.21  
 modal eccentricity 6.22  
 modal mass 6.17  
 modal sensitivity 6.19  
 mode function 6.16  
 multiplane balancing 6.4  
 multiple-frequency vibration 6.9

### N

$n$ th modal unbalance 6.6  
 nodal bar 8.6  
 nodal network 5.30  
 non-dimensional speed 6.20  
 non-rotational balancing machine 5.2  
 null-force balancing machine 5.9



## Index alphabétique

- A**
- accessoire 2.21
  - angle du balourd 3.4
  - appareil de mesurage des composantes 5.22
  - appareil de mesurage de vecteur 5.21
  - arbre d'équilibrage 8.2
  - assise 2.14
  - axe de construction 7.4
  - axe de la masse 1.2
  - axe de l'arbre (du rotor) 2.7
  - axe d'équilibrage 1.2
  - axe de rotation 1.4
  - axe du tourillon 2.5
  - axes centraux principaux d'inertie 1.2
  - axes principaux d'inertie 1.2
- B**
- balourd 3.1
  - balourd causé par un phénomène thermique 6.10
  - balourd-couple 3.14
  - balourd de compensation d'un arbre d'équilibrage 8.3
  - balourd de compensation d'un faux arbre 8.3
  - balourd différentiel 4.22
  - balourd d'indexage 4.4
  - balourd d'un corps-libre rigide 7.5
  - balourd final 3.10
  - balourd initial 3.11
  - balourd initial réduit 3.17
  - balourd modal d'ordre  $n$  6.6
  - balourd modal équivalent d'ordre  $n$  6.7
  - balourd résiduel 3.10
  - balourd résiduel admis 4.13
  - balourd résiduel réalisable 5.38
  - balourd résiduel réalisable déclaré 5.40
  - balourd résiduel réalisable spécifique 5.39
  - balourd résultant 3.12
  - balourd spécifique 3.15
  - barre nodale 8.6
- C**
- capacité de cycles 5.44
  - capacité de production 5.45
  - capacité totale de production 5.45
  - centrage de masse 4.16
  - centre de masse 1.1
  - centre du tourillon 2.6
  - commutateur de sensibilité 5.18
- compensateur** 5.16
- compensateur double** 5.50
- contrepoids** 5.15
- corps-libre rigide** 7.1
- corps-libre rigide en rotation** 7.2
- correction du composant** 4.6
- correction polaire** 4.7
- couple de balourds** 3.8
- cycle d'audit** 5.41
- cycle de contrôle** 5.41
- cycle d'équilibrage** 5.42
- D**
- demi-clavette 2.24
  - déséquilibre 3.1
  - déséquilibre dynamique 3.9
  - déséquilibre quasi statique 3.7
  - déséquilibre statique 3.6
  - déséquilibre statique d'un corps-libre rigide 7.5
  - déséquilibre de couple d'un corps-libre rigide 7.5
  - déséquilibre dynamique d'un corps-libre rigide 7.5
  - diamètre utile 5.11
  - dispositif à autoéquilibrage 5.37
  - durée d'équilibrage 5.43
  - durée totale d'équilibrage 5.43
- E**
- emplacement de l'axe principal 7.3
  - épaulement 2.23
  - équilibrage 4.1
  - équilibrage à basse vitesse 6.11
  - équilibrage à haute vitesse 6.12
  - équilibrage dans deux plans 4.3
  - équilibrage dans un seul plan 4.2
  - équilibrage de compensation 4.27
  - équilibrage d'un corps-libre rigide 7.6
  - équilibrage dynamique 4.3
  - équilibrage in situ 4.14
  - équilibrage modal 6.5
  - équilibrage multiplan 6.4
  - équilibrage par indexage 4.23
  - équilibrage progressif 4.25
  - équilibrage statique 4.2
  - essai de vérification 5.46
  - essai pour mesurage 5.41
  - étalonnage 5.34
  - étalonnage permanent 5.32
  - excentricité à basse vitesse 2.18
  - excentricité de masse 2.11
  - excentricité électrique 2.19
  - excentricité locale de masse 2.12
  - excentricité modale 6.22
- excentricité totale indiquée** 2.20
- F**
- facteur modal d'amplification 6.18
  - faux arbre 8.2
  - fonction modale 6.16
- G**
- générateur de référence d'angle 5.19
  - goujon 2.23
- I**
- indexage 4.15
  - indicateur d'angle 5.17
  - indicateur de balourd 5.13
  - indication de balourd fictif 5.49
  - interaction entre les plans de correction 5.25
- L**
- liberté de l'axe vertical 5.47
  - limite d'acceptabilité 4.12
- M**
- machine à équilibrer 5.1
  - machine à équilibrer à compensation 5.9
  - machine à équilibrer à deux plans 5.5
  - machine à équilibrer à force nulle 5.9
  - machine à équilibrer à lecture directe 5.10
  - machine à équilibrer à paliers rigides 5.6
  - machine à équilibrer à paliers souples 5.8
  - machine à équilibrer à résonance 5.7
  - machine à équilibrer à un seul plan 5.4
  - machine à équilibrer au-dessous de la fréquence de résonance 5.6
  - machine à équilibrer au-dessus de la fréquence de résonance 5.8
  - machine à équilibrer avec mesurage de la force 5.6
  - machine à équilibrer centrifuge 5.3
  - machine à équilibrer dynamique 5.5
  - machine à équilibrer non rotative 5.2

**machine à équilibrer par gravité** 5.2  
**machine à équilibrer rotative** 5.3  
 machine à équilibrer statique 5.4  
**marques de référence d'angle** 5.20  
**masse de compensation** 5.48  
**masse de correction** 4.17  
**masse d'essai** 4.20  
**masse d'étalonnage** 4.18  
**masse d'expérimentation** 4.19  
**masse du balourd** 3.5  
**masse d'un balourd de compensation** 8.4  
**masse modale** 6.17  
**masse parasite** 5.31  
**masses d'essais différentielles** 4.21  
**matériel d'équilibrage in situ** 5.12  
**méthode de correction** 4.5  
**mise au point mécanique** 5.36  
**mode principal de flexion (d'un rotor)** 6.3  
**module du balourd** 3.3  
**moments centraux principaux d'inertie** 1.2  
**moments principaux d'inertie** 1.2  
**moment résultant (couple) de balourd** 3.13

## P

**paliers d'équilibrage** 5.51  
**paliers esclaves** 5.51  
 pion de centrage 2.23  
**plan de correction** 4.8  
**plan de mesurage** 4.9  
**plan d'équilibrage** 4.8  
**plan d'essai** 4.11  
**plan de référence** 4.10

**plan du transducteur de vibrations** 4.24  
**points de quadrature** 4.28  
**porte-à-faux** 2.9.1  
**précision d'une machine à équilibrer** 5.24

## Q

**qualité d'équilibrage** 3.16

## R

**rapport de réduction du balourd** 5.33  
**rapport modal d'amortissement** 6.21  
**réglage** 5.35  
**réponse minimale d'une machine à équilibrer** 5.23  
**réseau de plans de séparation** 5.30  
**réseau nodal** 5.30  
**rotor** 2.1  
**rotor de contrôle** 8.5  
**rotor d'essai** 8.8  
**rotor d'étalonnage** 8.7  
**rotor de vérification** 8.8  
**rotor en porte à faux** 2.9  
**rotor équivalent** 8.1  
**rotor flexible** 2.3  
**rotor entre paliers** 2.8  
**rotor parfaitement équilibré** 2.10  
**rotor quasi rigide** 2.15  
**rotor rigide** 2.2

## S

**sensibilité au déséquilibre** 6.14  
**sensibilité d'une machine à équilibrer** 5.29

**sensibilité locale** 6.15  
**sensibilité modale** 6.19  
**séparation des plans** 5.28  
**support de palier isotrope** 2.22  
**support du palier** 2.13  
**susceptibilité au déséquilibre** 6.13

## T

**taux de production** 5.45  
**taux d'interaction du couple de balourds** 5.27  
**taux d'interaction entre les plans de correction** 5.26  
**taux total de production** 5.45  
**tolérance d'équilibre** 4.13  
**tolérance de l'équilibre modal** 6.8  
**tourillon** 2.4  
**transposition** 4.26

## U

**unité pratique de correction** 5.14

## V

**vecteur balourd** 3.5  
**vibration à un multiple de la fréquence de rotation** 6.9  
**vitesse critique** 1.3  
**vitesse critique de flexion (d'un rotor)** 6.1  
**vitesse critique du mode rotor-rigide** 6.2  
**vitesse d'équilibrage** 2.16  
**vitesse de résonance** 1.3  
**vitesse de service** 2.17  
**vitesse sans dimension** 6.20

---

---

**ICS 01.040.21; 21.120.40**

Price based on 47 pages/Prix basé sur 47 pages

© ISO 2001 – All rights reserved/Tous droits réservés