

Glossary of

Terms used in the mechanical balancing of rotating machinery

Committees responsible for this British Standard

The preparation of this British Standard was entrusted by the General Mechanical Engineering Standards Policy Committee (GME/-) to Technical Committee GME/21, upon which the following bodies were represented:

- Department of Trade and Industry (National Engineering Laboratory)
- Electricity Supply Industry in England and Wales
- Engineering Equipment and Materials Users' Association
- Institute of Sound and Vibration Research
- Institution of Mechanical Engineers
- Lloyds Register of Shipping
- Ministry of Defence
- Power Generation Contractors Association (BEAMA Ltd.)
- Society of British Aerospace Companies Ltd.
- Society of Environmental Engineers
- Society of Manufacturers and Traders Limited
- Health and Safety Executive
- Cranfield Institute of Technology
- University of Manchester

This British Standard, having been prepared under the direction of the General Mechanical Engineering Standards Policy Committee, was published under the authority of the Standards Board and comes into effect on 31 December 1990

© BSI 09-1999

First published March 1965
Second edition November 1969
Third edition March 1976
Fourth edition June 1982
Fifth edition December 1990

The following BSI references relate to the work on this standard:
Committee reference GME/21
Draft for comment 87/76863 DC

ISBN 0 580 19096 X

Amendments issued since publication

Amd. No.	Date	Comments
9094	July 1996	Indicated by a sideline in the margin

Contents

	Page
Committees responsible	Inside front cover
National foreword	ii
Scope	1
Normative references	1
1 Mechanics	1
2 Rotor systems	2
3 Unbalance	5
4 Balancing	7
5 Balancing machines and equipment	10
6 Flexible rotors	17
7 Rotating rigid free bodies	20
8 Balancing machine tooling	21
Annex A (informative) Illustrated guide to balancing machine terminology	22
Annex B (informative) Bibliography	33
Alphabetical index	34
Figure A.1 — Machine with end drive	23
Figure A.2 — Support assembly	24
Figure A.3 — Hold-down with negative load bearing	25
Figure A.4 — Offset roller carriage	25
Figure A.5 — Axial thrust stop	25
Figure A.6 — V-roller carriage	26
Figure A.7 — V-block	26
Figure A.8 — Half sleeve beating carriage	26
Figure A.9 — Saddle bearing assembly	27
Figure A.10 — Tiebar frame	27
Figure A.11 — Support with spindle heads	28
Figure A.12 — Rotor enclosure	28
Figure A.13 — Tangential belt-drive	29
Figure A.14 — Underslung belt-drive	29
Figure A.15 — Scissors-type belt-drive	30
Figure A.16 — Friction roller-drive	30
Figure A.17 — Overslung belt-drive	31
Figure A.18 — Induction drive	31
Figure A.19 — Air-drive	32
Figure A.20 — Self-drive	32
Publication(s) referred to	Inside back cover

National foreword

This British Standard has been prepared under the direction of the Mechanical Engineering Standards Policy Committee. It is identical with ISO 1925:1990, incorporating Amendment 1, “*Mechanical Vibration — Balancing — Vocabulary*”, which was prepared by Technical Committee ISO/TC108 of the International Organization for Standardization (ISO) and in the development of which the United Kingdom took an active part. It supersedes BS 3851:1982 which is withdrawn.

Cross-references

International Standard	Corresponding British Standard
ISO 1940-1:1986	BS 6861 <i>Balance quality requirements of rigid rotors</i> Part 1:1987 <i>Method for determination of permissible residual unbalance</i> (Identical)

The Technical Committee has reviewed the provisions of ISO 2041 and ISO 2953 to which reference is made in the text and has decided that they are acceptable for use in conjunction with this standard.

A British Standard does not purport to include all the necessary provisions of a contract. Users of British Standards are responsible for their correct application.

Compliance with a British Standard does not of itself confer immunity from legal obligations.

Summary of pages

This document comprises a front cover, an inside front cover, pages i and ii, pages 1 to 38, an inside back cover and a back cover.

This standard has been updated (see copyright date) and may have had amendments incorporated. This will be indicated in the amendment table on the inside front cover.

Mechanical vibration — Balancing — Vocabulary

Scope

This International Standard establishes a vocabulary on balancing, in English and in French. 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 italics 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 standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 1940-1 : 1986, *Mechanical vibration — Balance quality requirements of rigid rotors — Part 1: Determination of permissible residual unbalance.*

ISO 2953 : 1985, *Balancing machines — Description and evaluation.*

1 Mechanics

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

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

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

ISO 1940-1 : 1986, *Vibrations mécaniques — Exigences en matière de qualité dans l'équilibrage des rotors rigides — Partie 1: Détermination du balourd résiduel admissible.*

ISO 2953 : 1985, *Machines à équilibrer — Description, caractéristiques et possibilités.*

1 Mécanique

1.1 centre de gravité: Point d'un corps par lequel passe la résultante des forces de pesanteur associées aux masses élémentaires le constituant, pour toutes les orientations de ce corps, en fonction du champ de gravité.

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

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

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.

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

NOTES

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

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

where

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

x_i, x_j are Cartesian coordinates.

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

3 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* 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.

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

1.4 axis of rotation: Instantaneous line about which a body rotates.

NOTES

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

2 In the case of rigid bearings, the axis of rotation is the *shaft axis*, 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, generally with *journals* which are supported by bearings.

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

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

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.

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**.

NOTES

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

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

où

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

x_i, x_j sont des coordonnées cartésiennes.

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

3 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* du rotor; on le considère quelquefois comme **axe d'équilibrage** ou **axe de la masse**.

1.3 vitesse critique/vitesse de résonance: Vitesse caractéristique qui provoque la résonance d'un système excité.

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

1.4 axe de rotation: Ligne instantanée autour de laquelle tourne le corps.

NOTES

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

2 Dans le cas de paliers rigides, l'axe de rotation est l'*axe de l'arbre*, 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: Corps susceptible d'être animé par un mouvement de rotation, et possédant en général des *tourillons* supportés par les *paliers*.

NOTE — Le mot rotor s'applique parfois, par exemple, à une masse en forme de disque qui n'a pas de tourillon (par exemple un volant).

purpose of *balancing* only when it is placed on a shaft with journals (see 2.4).

2.2 rigid rotor: A *rotor* is considered to be rigid when its *unbalance* can be corrected in any two (arbitrarily selected) planes (see 4.8). After the correction, its *residual unbalance* does not change significantly (relative to the *shaft axis*) at any speed up to the maximum *service speed* and when running under conditions which approximate closely to those of the final supporting system.

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

2.3 flexible rotor: *Rotor* not satisfying definition 2.2 because of elastic deflection.

2.4 journal: That part of a *rotor* which is in contact with or supported by a bearing in which it revolves.

2.5 journal axis: Mean straight line joining the centroids of cross-sectional contours of a *journal*.

2.6 journal centre: Intersection of the *journal axis* and the radial plane of the *journal* where the resultant transverse bearing force acts.

2.7 shaft axis: The straight line joining the *journal centres*.

2.8 inboard rotor: Two-journal *rotor* which has its *centre of mass* between the *journals*.

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

2.9 outboard rotor: A two-journal *rotor* which has its *centre of mass* located other than between the *journals*.

NOTE — See note to 2.8.

2.9.1 overhung: Location outside bearing span; for example, overhung mass, overhung correction plane.

NOTE — See note to 2.8

2.10 perfectly balanced rotor: An ideal *rotor* which has zero *unbalance*.

2.11 mass eccentricity: The distance of the *centre of mass* of a *rigid rotor* from the *shaft axis*.

NOTE — See also 3.17.

2.12 local mass eccentricity (for distributed mass rotors): For small axial elements cut from a rotor perpendicular to the *shaft axis*, the distance of the *centre of mass* of each element from the shaft axis.

Dans le sens de la définition 2.1, une telle masse en forme de disque devient un rotor pour l'*équilibrage* uniquement lorsqu'il est placé sur un arbre ayant des tourillons (voir 2.4).

2.2 rotor rigide: *Rotor* dont le *balourd* peut être corrigé dans deux plans quelconques (choisis arbitrairement) (voir 4.8); après correction, son *balourd résiduel* ne change pas de façon significative (par rapport à l'*axe de l'arbre*) pour toutes vitesses jusqu'à la *vitesse de service* maximale en tournant dans des conditions proches de celles déterminées par le système d'appui définitif.

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

2.3 rotor flexible: *Rotor* ne répondant pas à la définition 2.2, en raison de sa déformation de flexion.

2.4 tourillon: Partie d'un *rotor* qui est en contact avec un *palier*, dans lequel il tourne, ou qui est supportée par ce palier.

2.5 axe du tourillon: Droite moyenne joignant les barycentres des sections droites extrêmes du *tourillon*.

2.6 centre du tourillon: Intersection de l'*axe du tourillon* et du plan radian à l'*axe du tourillon* où s'exerce la force transversale d'appui résultante.

2.7 axe de l'arbre: Droite joignant les *centres des tourillons*.

2.8 rotor entre paliers: *Rotor* à deux *tourillons* qui a son *centre de masse* 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*.

2.9 rotor en porte-à-faux: *Rotor* à deux *tourillons* dont le *centre de masse* 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; par exemple, masse en porte-à-faux, plan de correction du porte-à-faux.

NOTE — Voir la note du 2.8

2.10 rotor parfaitement équilibré: *Rotor* idéal ayant un *balourd* nul.

2.11 excentricité de masse: Distance entre le *centre de masse* d'un *rotor rigide* et l'*axe de l'arbre*.

NOTE — Voir aussi 3.17.

2.12 excentricité locale de masse (pour des rotors à masse répartie): Pour de petits éléments axiaux découpés dans un rotor, perpendiculairement à l'*axe de l'arbre*, distance du *centre de masse* 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* 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* 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* is balanced.

2.17 service speed: Rotational speed at which a *rotor* operates in its final installation or environment.

2.18 slow-speed runout: Total indicated runout measured on a *rotor* surface at a low speed; i.e. a speed where no significant vibration occurs caused by *unbalance*.

NOTES

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*.

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

2.19 electrical runout: Term applied to certain errors which may be introduced into runout measurements when using non-contacting sensors. Such errors may arise from residual magnetism or electrical inhomogeneity in the measured component or other effects which affect the calibration of the sensor.

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* normal to the plane.

2.21 fitment: Component without its own shaft which has to be mounted on a shaft or *mandrel* so that its *unbalance* can be determined.

NOTE — Examples of fitments include couplings, pulleys, pump impellers, blower fans, grinding wheels.

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* 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* 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* est équilibré.

2.17 vitesse de service: Vitesse de rotation à laquelle un *rotor* fonctionne, lorsqu'il est installé dans son environnement définitif.

2.18 excentricité à basse vitesse: Excentricité totale indiquée mesurée sur la surface du *rotor* à basse vitesse, c'est-à-dire à une vitesse pour laquelle il n'existe aucune vibration significative due au *balourd*.

NOTES

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*.

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

2.19 excentricité électrique: Terme appliqué à certaines erreurs pouvant être introduites dans les mesures d'excentricité lorsqu'on utilise des capteurs sans contact. 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 la calibration du détecteur.

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* 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 avant de pouvoir déterminer son *balourd*.

NOTE — On peut citer comme exemples d'accessoires les accouplements, les poulies, les hélices de pompes, les ventilateurs, les roues de meules.

2.22 isotropic bearing support: *Bearing support* having the same dynamic characteristics in any radial direction.

2.23 pilot: See spigot.

2.24 spigot (rabbet, pilot): Type of interface used in the coupling of *rotor* components to maintain concentricity.

2.22 support de palier isotrope: *Support de palier* ayant les mêmes caractéristiques dynamiques qu'elle que soit la direction radiale.

2.23 pion de centrage: Voir goujon.

2.24 goujon (épaulement, pion de centrage): Type d'interface utilisée dans l'accouplement des composants d'un *rotor* servant à maintenir la concentricité.

3 Unbalance

NOTE — The definitions in this clause apply to *unbalance* in *rigid rotors*. They may also be applied to *flexible rotors*, but because unbalance in such *rotors* changes with speed, any values of unbalance given for those *rotors* must be associated with a particular speed.

3.1 unbalance: That condition which exists in a *rotor* when vibratory force or motion is imparted to its bearings as a result of centrifugal forces. (See the note above.)

NOTES

- 1 The term unbalance is sometimes used as a synonym for *amount of unbalance*, or *unbalance vector*.
- 2 The term imbalance is sometimes used in place of unbalance, but this is deprecated.
- 3 Unbalance will in general be distributed throughout the rotor but can be reduced to
 - a) *static unbalance* and *couple unbalance* described by three unbalance vectors in three specified planes, or
 - b) *dynamic unbalance* described by two unbalance vectors in two specified planes.

3.2 unbalance vector: Vector whose magnitude is the *amount of unbalance* and whose direction is the *angle of unbalance*.

3.3 amount of unbalance: Quantitative measure of *unbalance* in a *rotor* (referred to a plane), without referring to its angular position. It is obtained by taking the product of the *unbalance mass* and the distance of its *centre of mass* from the *shaft axis*.

NOTES

- 1 Units of unbalance are, for example, grams millimetres and ounces inches.
- 2 In certain countries, the terms "weight" and "mass" are used interchangeably.

3 Déséquilibre — Balourd¹⁾

NOTE — Les définitions de cet article concernent le *balourd* des *rotors rigides*. Elles peuvent s'appliquer également aux *rotors flexibles*; cependant, comme le balourd dans ces *rotors* varie avec la vitesse, toute *valeur du balourd* doit être associée à une vitesse déterminée.

3.1 déséquilibre; balourd: État dans lequel se trouve un *rotor* quand, par suite de forces centrifuges, une force ou un mouvement vibratoire est communiqué à ses *paliers*. (Voir la note ci-dessus.)

NOTES

- 1 Le terme « balourd » est parfois employé comme synonyme de *valeur du balourd* ou *vecteur balourd*.
- 2 En anglais, le terme « imbalance » est parfois utilisé à la place de "unbalance" mais il est déconseillé.
- 3 Le balourd est en général réparti à travers tout le *rotor*, mais peut se réduire
 - a) à un *balourd statique* et à un *couple de balourds* décrits par trois vecteurs balourds dans trois plans donnés, ou
 - b) un *balourd dynamique* décrits par deux vecteurs balourds dans deux plans donnés.

3.2 vecteur balourd: Vecteur dont le module représente la *valeur du balourd* et dont la direction détermine l'*angle du balourd*.

3.3 valeur du balourd: Mesure quantitative du *balourd* d'un *rotor* (par rapport à un plan), sans référence à sa position angulaire. Elle est obtenue en faisant le produit de la *masse du balourd* par la distance de son *centre de masse* à l'*axe de l'arbre*.

NOTES

- 1 Les unités de valeur du balourd sont, par exemple, les grammes millimètres et les ounces inches.
- 2 Dans certains pays, les termes « poids » et « masse » sont utilisés indifféremment.

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

3.4 angle of unbalance: Given a polar coordinate system fixed in a plane perpendicular to the *shaft axis* and rotating with the *rotor*, the polar angle at which an *unbalance mass* is located with reference to the given coordinate system.

3.5 unbalance mass: That mass which is considered to be located at a particular radius such that the product of this mass and its centripetal acceleration is equal to the *unbalance force*.

NOTE — The centripetal acceleration is the distance between the *shaft axis* and the *unbalance mass* multiplied by the square of the angular velocity of the *rotor*.

3.6 static unbalance: That condition of *unbalance* for which the *central principal axis* is displaced only parallel to the *shaft axis*.

NOTE — The quantitative measure of static unbalance can be given by the resultant of the two *dynamic unbalance* vectors.

3.7 quasi-static unbalance: That condition of *unbalance* for which the *central principal axis* intersects the *shaft axis* at a point other than the *centre of mass*.

3.8 couple unbalance: That condition of *unbalance* for which the *central principal axis* intersects the *shaft axis* at the *centre of mass*.

NOTES

1 The quantitative measure of couple unbalance can be given by the vector sum of the moments of the two *dynamic unbalance* vectors about a certain reference point in the plane containing the centre of mass and the shaft axis.

2 If *static unbalance* in a *rotor* is corrected in any single plane other than that containing the reference point, the couple unbalance will be changed.

3.9 dynamic unbalance: That condition in which the *central principal axis* is not parallel to and does not intersect the *shaft axis*.

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

3.10 residual [final] unbalance: *Unbalance* of any kind that remains after *balancing*.

3.11 initial unbalance: *Unbalance* of any kind that exists in the *rotor* before *balancing*.

3.12 unbalance force: In a *rotor* referred to a *correction plane*, the centrifugal force at a given speed (referred to the *shaft axis*) due to the *unbalance* in that plane.

3.13 resultant unbalance force: Resultant force of the system of centrifugal forces of all mass elements of a *rotor* referred to any point on the *shaft axis*, provided that the rotor revolves about the shaft axis.

3.4 angle du balourd: Dans un système donné de coordonnées polaires dans un plan perpendiculaire à l'*axe de l'arbre* et tournant avec le *rotor*, angle polaire de la *masse du balourd* dans ce système de coordonnées.

3.5 masse du balourd: Masse que l'on suppose située dans un domaine déterminé, telle que le produit de la *masse du balourd* par son accélération centripète soit égal au *balourd-force*.

NOTE — L'accélération centripète est le produit de la distance entre l'*axe de l'arbre* et la masse du balourd par le carré de la vitesse angulaire du *rotor*.

3.6 déséquilibre statique: État tel que l'*axe central principal d'inertie* est uniquement déplacé parallèlement à l'*axe de l'arbre*.

NOTE — La mesure quantitative du déséquilibre statique peut être donnée par la résultante de deux *vecteurs balourds* dynamiques.

3.7 déséquilibre quasi statique: État tel que l'*axe central principal d'inertie* coupe l'*axe de l'arbre* en un point autre que le *centre de masse*.

3.8 couple de balourds: Lorsque l'*axe central principal d'inertie* coupe l'*axe de l'arbre* au *centre de masse*, l'état de déséquilibre est caractérisé par un couple de balourds.

NOTES

1 La mesure quantitative d'un couple de balourds peut être donnée par le vecteur somme des moments des deux *vecteurs balourds* dynamiques par rapport à un certain point de référence situé dans le plan contenant le centre de masse et l'axe de l'arbre.

2 Si le *balourd statique* d'un *rotor* est corrigé dans un seul plan autre que celui contenant le point de référence, le couple de balourds sera modifié.

3.9 déséquilibre dynamique: État tel que l'*axe central principal d'inertie* n'est ni parallèle ni ne coupe l'*axe de l'arbre*.

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

3.10 balourd résiduel [final]: *Balourd* de tout type qui subsiste après l'*équibrage*.

3.11 balourd initial: *Balourd* de tout type existant dans le *rotor* avant l'*équibrage*.

3.12 balourd-force: Dans un *rotor*, par rapport à un *plan de correction*, force centrifuge à une vitesse donnée (par rapport à l'*axe de l'arbre*) due au *balourd* dans ce plan.

3.13 résultante des balourds-forces: Force résultante du système des forces centrifuges de toutes les masses élémentaires d'un *rotor* par rapport à tout point de l'*axe de l'arbre*, lorsque le rotor tourne autour de l'axe de l'arbre.

NOTE — The resultant unbalance force always lies in the plane containing the *centre of mass* of the rotor and the shaft axis.

3.14 unbalance moment: Moment of a centrifugal force of a mass element of a *rotor* about a certain reference point in the plane containing the *centre of mass* of the rotor and the *shaft axis*.

3.15 resultant unbalance moment; resultant moment of unbalance forces: The resultant moment of the system of centrifugal forces of all mass elements of the *rotor* about a certain reference point in the plane containing the *centre of mass* of the rotor and the *shaft axis*.

NOTES

- 1 The angle and the magnitude of the resultant moment depend in general on the position of the reference point.
- 2 There exists a certain position of the reference point in which the magnitude of the resultant moment reaches its minimum (*centre of unbalance*).
- 3 The resultant moment is independent of the position of the reference point in the case where the *resultant unbalance force* is zero.

3.16 unbalance couple: For the case where the *resultant unbalance force* is zero, the resultant couple of the system of centrifugal forces of all mass elements of the *rotor*.

3.17 specific unbalance, e : The amount of *static unbalance* U divided by the mass m of the *rotor*.

NOTES

- 1 The specific unbalance is numerically equivalent to the *mass eccentricity* (see 2.11).
- 2 In the case of a rotor with two *correction planes*, specific unbalance sometimes refers to the *unbalance* in one plane divided by the rotor mass allocated to that plane according to its mass distribution.

3.18 balance quality grade: For *rigid rotors*, a measure for classification, which is the product of the *specific unbalance* and the maximum service angular velocity of the *rotor*, in millimetres per second. (See ISO 1940-1.)

3.19 controlled initial unbalance: *Initial unbalance* which has been minimized by individual *balancing* of components and/or careful attention to design, manufacture and assembly of the *rotor*.

4 Balancing

4.1 balancing: Procedure by which the mass distribution of a *rotor* is checked and, if necessary, adjusted to ensure that the *residual unbalance* or the vibration of the *journals* and/or forces on the *bearings* at a frequency corresponding to *service speed* are within specified limits.

4.2 single-plane [static] balancing: Procedure by which the mass distribution of a *rigid rotor* is adjusted to ensure that the residual *static unbalance* is within specified limits.

NOTE — La résultante des balourds-forces se trouve toujours dans le plan contenant le *centre de masse* et l'axe de l'arbre.

3.14 balourd-moment: Moment d'une force centrifuge d'un élément de masse d'un *rotor* par rapport à un certain point de référence situé dans le plan contenant le *centre de masse* et l'axe de l'arbre.

3.15 résultante des balourds-moments; résultante des moments des balourds-forces: Moment résultant du système des forces centrifuges de toutes les masses élémentaires d'un *rotor* par rapport à un certain point de référence situé dans le plan contenant le *centre de masse* et l'axe de l'arbre.

NOTES

- 1 L'angle du plan et l'amplitude de la résultante des moments dépendent en général de la position du point de référence.
- 2 Il existe une certaine position du point de référence pour laquelle l'amplitude de la résultante des moments est minimale (*axe central de balourd*).
- 3 La résultante des moments est indépendante de la position du point de référence lorsque la résultante des *balourds-forces* est nulle.

3.16 balourd-couple: Dans le cas où la *résultante des balourds-forces* est nulle, la résultante des couples du système des forces centrifuges de toutes les masses élémentaires du *rotor*.

3.17 balourd spécifique, e : Valeur du *balourd statique*, U , divisée par la masse du *rotor*, m .

NOTES

- 1 Le balourd spécifique est numériquement équivalent à l'*excentricité de masse* (voir 2.11).
- 2 Dans le cas d'un rotor à deux *plans de correction*, le balourd spécifique fait parfois référence au *balourd* dans un plan divisé par la masse du rotor placée dans ce plan, selon la répartition de sa masse.

3.18 qualité d'équilibrage: Pour des *rotors rigides*, une mesure à classer qui est le produit du *balourd spécifique* par la vitesse angulaire maximale du *rotor* en service, exprimée en millimètres par seconde. (Voir ISO 1940-1.)

3.19 balourd initial réduit: *Balourd initial* réduit au minimum par l'*équilibrage* 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*.

4 Équilibrage

4.1 équilibrage: Méthode par laquelle la répartition de la masse d'un *rotor* est vérifiée et, si nécessaire, corrigée de façon à garantir que le *balourd résiduel* ou la vibration des *tourillons* et/ou que les forces sur les *paliers* soient dans des limites spécifiées pour une fréquence correspondant à la *vitesse de service*.

4.2 équilibrage dans un seul plan [statique]: Méthode par laquelle la répartition de la masse d'un *rotor rigide* est réglée pour assurer que le *balourd statique* résiduel soit dans les limites spécifiées.

4.3 two-plane [dynamic] balancing: Procedure by which the mass distribution of a *rigid rotor* is adjusted to ensure that the residual *dynamic unbalance* is within specified limits.

4.4 indexing unbalance: The change in *unbalance*, indicated after *indexing* two components of an unbalanced *rotor* assembly in relation to each other, which is usually caused by individual component unbalance, run-out of mounting (locating) surfaces, and/or loose fits.

NOTE — Given 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* is adjusted to reduce *unbalance*, or vibration due to unbalance, to an acceptable value. Corrections are usually made by adding material to, or removing it from, the rotor.

4.6 component correction: Correction of *unbalance* in a *correction plane* by mass addition or subtraction at two or more of a predetermined number of angular locations.

4.7 polar correction: Correction of *amount of unbalance* in a *correction plane* by mass addition or subtraction at a single angular location.

4.8 correction [balancing] plane: Plane perpendicular to the *shaft axis* of a *rotor* in which correction for *unbalance* is made.

4.9 measuring plane: Plane perpendicular to the *shaft axis* in which the *unbalance vector* is determined.

4.10 reference plane: Any plane perpendicular to the *shaft axis* to which an *amount of unbalance* is referred.

4.11 test plane: A plane perpendicular to the *shaft axis* of a *rotor* in which *test masses* 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* of a *rotor* is considered to be acceptable.

4.13 balance tolerance; maximum permissible residual unbalance, U_{per} : In the case of *rigid rotors*, that *amount of unbalance* with respect to a plane (*measuring plane* or *correction plane*) which is specified as the maximum below which the state of *unbalance* is considered to be acceptable.

4.14 field balancing: The process of *balancing* a *rotor* in its own bearings and supporting structure rather than in a *balancing machine*.

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*.

4.3 équilibrage dans deux plans [dynamique]: Méthode par laquelle la répartition des masses d'un *rotor rigide* est corrigée pour assurer que le *balourd dynamique* résiduel soit dans les limites spécifiées.

4.4 balourd d'indexage: Variation du *balourd*, indiquée après l'*indexage* de deux composants d'un ensemble *rotor* non équilibrés 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 d'interface, la variation du balourd mesurée sur un composant après indexage à 180° et 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* est réglée pour réduire le *balourd*, ou les vibrations dues au balourd, à une valeur acceptable. Les corrections sont habituellement effectuées par adjonction ou suppression de matière au rotor.

4.6 correction du composant: Correction du *balourd* dans un *plan de correction* par addition ou soustraction de masse en deux positions angulaires ou plus, le nombre étant prédéterminé.

4.7 correction polaire: Correction de la *valeur du balourd* dans un *plan de correction* par addition ou soustraction de masse en une position angulaire unique.

4.8 plan de correction [d'équilibrage]: Plan perpendiculaire à l'*axe de l'arbre* d'un *rotor* dans lequel s'effectue la correction du *balourd*.

4.9 plan de mesure: Plan perpendiculaire à l'*axe de l'arbre* dans lequel on détermine le *vecteur balourd*.

4.10 plan de référence: Tout plan perpendiculaire à l'*axe de l'arbre*, auquel on rapporte la *valeur du balourd*.

4.11 plan d'essai: Plan perpendiculaire à l'*axe de l'arbre* d'un *rotor* dans lequel on peut fixer des *masses d'essai*.

4.12 limite d'acceptabilité: Valeur maximale d'un paramètre lié au balourd au-dessous de laquelle l'état de *déséquilibre* d'un *rotor* est considéré comme acceptable.

4.13 tolérance d'équilibre; balourd résiduel maximal admis, U_{per} : Dans le cas de *rotors rigides*, par rapport à un plan (*plan de mesure* ou *plan de correction*), valeur maximale du *balourd* en dessous de laquelle on considère le balourd comme acceptable.

4.14 équilibrage *in situ*: Équilibrage d'un *rotor* monté sur ses propres *paliers* et ses supports et non sur une *machine à équilibrer*.

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* du rotor.

4.15 indexing: Incremental rotation of a *rotor*, or part of a rotor assembly, for the purpose of bringing it to a desired position.

4.16 mass centring: The process of determination of the *rotor's principal axis of inertia* followed by the machining of *journals*, centres or other reference surfaces to bring the *axis of rotation*, determined by these surfaces, into close proximity with the principal axis.

4.17 correction mass: A mass attached to a *rotor* in a given *correction plane* for the purpose of reducing the *unbalance* to the desired level.

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

4.18 calibration mass: A known mass used

a) in conjunction with a *proving rotor*, to calibrate a *balancing machine*, and

b) on the first *rotor* of a kind, to calibrate a *soft bearing balancing machine* for that particular rotor and subsequent identical rotors.

4.19 trial mass: A mass selected arbitrarily (or by prior experience with similar *rotors*) and attached to a rotor to determine the rotor response.

NOTE — A trial mass is usually used in "trial-and-error" *balancing* or *field balancing* where conditions cannot be precisely controlled and/or precision measuring equipment is not available.

4.20 test mass: A precisely defined mass used in conjunction with a *proving rotor* to test a *balancing machine*.

NOTES

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

2 The specification for a test mass should include its mass and its *centre-of-mass* location; 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*, added to a *rotor* in the same transverse plane at diametrically opposed positions.

NOTES

1 Differential test masses are used, for example, in cases where a single *test mass* is impractical.

2 In practice, the threaded portion and the height of the head of the test mass are kept constant. The diameter of the head is varied to achieve the difference in test mass.

3 The smaller of the two differential test masses is sometimes called the "tare" mass, the larger the "tare-delta" mass.

4.15 indexage: Rotation incrémentielle d'un *rotor*, 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* du *rotor*, suivi de l'usinage des *tourillons*, des centres ou d'autres surfaces de référence afin d'amener l'*axe de rotation*, déterminé par ces surfaces, à proximité de l'axe principal.

4.17 masse de correction: Masse fixée à un *rotor* dans un *plan de correction* donné, dans le but de réduire le *balourd* au niveau souhaité.

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

4.18 masse d'étalonnage: Masse connue utilisée

a) en relation avec un *rotor d'essai* pour étalonner une *machine à équilibrer*, et

b) sur le premier *rotor* d'un certain type, pour étalonner une *machine à équilibrer à paliers souples* 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* similaires) et fixée à un rotor pour déterminer la réponse du rotor.

NOTE — On utilise généralement une masse d'expérimentation pour un *équilibrage* par « expérimentation systématique » ou un *équilibrage in situ* 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* pour tester une *machine à équilibrer*.

NOTES

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

2 La spécification d'une masse d'essai devrait comprendre sa masse et l'emplacement de son *centre de masse*; 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 différentes *valeurs de balourds*, ajoutées à un *rotor* dans le même plan transversal en des positions diamétralement opposées.

NOTES

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

2 En pratique, la partie filetée et la hauteur de la tête de la masse d'essai sont maintenues constantes. On fait varier le diamètre de la tête pour obtenir la différence au niveau de la masse d'essai.

3 La plus petite des deux masses d'essai différentielles est parfois appelée « tare », la plus grande « tare-delta ».

4.22 differential unbalance: The difference in *unbalance* between the two *differential test masses*.

4.23 index balancing (as applied to multipart *rotor* assemblies): A procedure whereby each part of a multipart rotor assembly is corrected within itself for the *unbalance* errors in it, and caused by it, by indexing one part of the assembly with respect to the remainder.

NOTES

1 Index balancing is normally carried out by *balancing* a multipart rotor to within desired limits, indexing a specific part through 180° with respect to the remainder and correcting half the indexing unbalance in each part.

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

4.24 vibration transducer plane: Plane perpendicular to the *shaft axis* 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* of the assembly being then corrected in the component(s); the next set of components is then added and the entire assembly is again corrected in the last added set of components, until the assembly is completed.

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

4.26 plane transposition: Process of determining the *unbalance* values in planes other than where they are initially measured.

4.27 trim balancing: Term sometimes used for correcting small *residual unbalances* in a *rotor*, often *in situ*.

4.28 quarter points (as applied to balancing of *quasi-rigid rotors*): Term used to describe the positions of the optimum *correction planes* in a class 2d *quasi-rigid rotor* in accordance with ISO 11342:1994.

5 Balancing machines and equipment

(See ISO 2953)

5.1 balancing machine: Machine that provides a measure of the *unbalance* in a *rotor* 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* or the force on the bearings can be reduced if necessary.

5.2 gravitational [non-rotational] balancing machine: *Balancing machine* that provides for the support of a *rigid rotor* under non-rotating conditions and provides information on the amount and angle of the *static unbalance*.

4.22 balourd différentiel: Différence de *balourd* entre deux *masses d'essai différentielles*.

4.23 équilibrage par indexage (appliqué aux *rotors* à plusieurs parties): Procédure par laquelle chaque partie d'un rotor à plusieurs parties se voit corriger les erreurs de *balourd* qu'elle comporte et qu'elle engendre, par indexage d'une partie de l'ensemble par rapport au reste.

NOTES

1 L'équilibrage par indexage est normalement effectué en équilibrant un rotor à plusieurs parties dans des limites souhaitées, en indexant une partie spécifique à 180° par rapport au reste et en corrigeant la moitié du balourd d'indexage dans chaque partie.

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

4.24 plan du transducteur de vibrations: Plan perpendiculaire à l'*axe de l'arbre* dans lequel se trouve le transducteur de vibrations.

4.25 équilibrage progressif: Méthode par laquelle un ou deux composants sont ajoutés à un *arbre d'équilibrage* puis le *balourd* de l'ensemble corrigé au niveau du (des) composant(s), le jeu de composants suivant étant à son tour monté et l'ensemble entier à nouveau corrigé au niveau du dernier jeu de composants, jusqu'à ce que l'ensemble soit complet.

NOTE — Cette procédure est parfois nommée «équilibrez au montage».

4.26 transposition de plan: Procédé de détermination des valeurs des *balourds* dans des plans autres que ceux dans lesquels ils avaient été mesurés à l'origine.

4.27 équilibrage de compensation: Terme parfois employé dans la correction des *balourds résiduels* dans le *rotor*, souvent *in situ*.

4.28 points de quadrature (s'applique à l'équilibrage des *rotors quasi rigides*): Terme utilisé pour décrire les positions des *plans de correction* optimum d'un *rotor quasi rigide* de 2^e catégorie selon l'ISO 11342:1994.

5 Machines à équilibrer et équipements

(Voir ISO 2953)

5.1 machine à équilibrer: Machine qui fournit une mesure du *balourd* d'un *rotor* 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 *tourillons*, ou les forces sur les *paliers*, se manifestant une fois par révolution, puissent, si nécessaire, être réduits.

5.2 machine à équilibrer par gravité [non rotative]: *Machine à équilibrer* qui sert de support à un *rotor rigide* au repos et fournit des renseignements sur la quantité et l'angle du *balourd statique*.