

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60068-2-47

Deuxième édition
Second edition
1999-10

Essais d'environnement –

Partie 2-47:

**Méthodes d'essai – Fixation de composants,
matériels et autres articles pour essais
dynamiques de vibrations, d'impacts
et autres essais similaires**

Environmental testing –

Part 2-47:

**Test methods – Mounting of components,
equipment and other articles for vibration,
impact and similar dynamic tests**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60068-2-47:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60068-2-47

Deuxième édition
Second edition
1999-10

Essais d'environnement –

Partie 2-47:

**Méthodes d'essai – Fixation de composants,
matériels et autres articles pour essais
dynamiques de vibrations, d'impacts
et autres essais similaires**

Environmental testing –

Part 2-47:

**Test methods – Mounting of components,
equipment and other articles for vibration,
impact and similar dynamic tests**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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 photo-copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	8
3 Définitions.....	8
4 Généralités	8
5 Fixation des composants.....	10
6 Fixation des matériels et des autres articles	10
7 Renseignements à donner dans la spécification particulière.....	12
 Annexe A (informative) Guide	 14
A.1 Composants	14
A.2 Matériels et autres articles.....	16
A.3 Bâtis de fixation.....	16
A.4 Recommandations générales pour la conception des bâtis de fixation	22
A.5 Equilibrage	24
A.6 Place des accéléromètres.....	24
A.7 Vérification du comportement du bâti de fixation	24
A.8 Spécimens complexes ou de grande taille.....	26
 Figure 1 – Exemples de moyens évidents pour la fixation des composants.....	 28
Figure 2 – Exemples de fixation de composants par les sorties seulement	30
Figure 3 – Exemples de fixation de composants par le corps seulement.....	32
Figure 4 – Exemples de fixation de composants par le corps et les sorties	34
Figure 5 – Exemples de fixation de boîtier électronique.....	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	9
4 General	9
5 Mounting of components	11
6 Mounting of equipment and other articles	11
7 Information to be given in the relevant specification	13
Annex A (informative) Guidance	15
A.1 Components	15
A.2 Equipment and other articles	17
A.3 Test fixture	17
A.4 General recommendations for fixture design	23
A.5 Balancing	25
A.6 Positioning of accelerometers	25
A.7 Performance check of test fixture	25
A.8 Large and/or complex specimens	27
Figure 1 – Examples of obvious means of mounting components	29
Figure 2 – Examples of mounting of components by the leads only	31
Figure 3 – Examples of mounting of components by the body only	33
Figure 4 – Examples of mounting of components by the body and the leads	35
Figure 5 – Examples of mounting of electronic cabinets	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-47: Méthodes d'essai – Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques de vibrations, d'impacts et autres essais similaires

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée 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. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60068-2-47 a été établie par le comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1982 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
104/128/FDIS	104/131/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2002. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée; ou
- amendée.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

**Part 2-47: Test methods – Mounting of components,
equipment and other articles for vibration,
impact and similar dynamic tests**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60068-2-47 has been prepared by technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1982 and constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
104/128/FDIS	104/131/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

The committee has decided that this publication remains valid until 2002. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition; or
- amended.

Annex A is for information only.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale définit les exigences et donne des informations concernant la fixation de composants, matériels et autres articles, dénommés ci-après «spécimens», quand ils sont soumis à des essais de vibrations, d'impacts et à d'autres essais dynamiques.

Dans tous les cas, il faut fixer les spécimens représentant les composants types comme précisé dans la spécification particulière. Dans le cas où ces détails ne seraient pas spécifiés, un certain nombre de méthodes de fixation normalisées sont indiquées dans cette norme.

Il faut fixer les spécimens représentant les matériels types au moyen de leurs dispositifs de fixation normaux, sauf prescription contraire de la spécification particulière.

Il faut d'abord essayer de classer, dans un premier temps, les spécimens en types de composants et matériels et procéder alors à l'essai selon le classement. Si cela n'est pas possible, par exemple dans le cas des articles emballés, cette norme peut encore s'appliquer, mais seulement à l'emballage et non à son contenu.

Des directives générales d'application sont fournies aux endroits appropriés dans l'annexe A, aussi bien à l'intention du rédacteur de spécifications qu'à celle du technicien d'essai.

Dans certains cas, on incorpore les exigences et les orientations concernant la fixation, existant partiellement ou en totalité dans les normes particulières de la série CEI 60068, par exemple l'essai Fh¹⁾. Si une telle Norme internationale est citée en référence par la spécification correspondante, celle-ci nécessitera d'être étudiée au même titre que la Norme internationale.

¹⁾ CEI 60068-2-64:1993, *Essais d'environnement – Partie 2: Méthodes d'essai – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande (asservissement numérique) et guide.*

INTRODUCTION

This International Standard defines the requirements and gives information regarding the mounting of components, equipment and other articles, referred to as "specimens", when they are subjected to vibration, impact and similar dynamic tests.

In all cases, component-type specimens must be mounted as stated in the relevant specification. Where these details are not specified, a number of standardized methods of mounting are given in this standard.

Equipment-type specimens must be mounted by their normal means of attachment unless otherwise stated in the relevant specification.

An attempt must be made, in the first instance, to categorize specimens into either component or equipment types and then to proceed to test accordingly. If this is not possible, for example for packaged items, this standard may still be relevant, but must be related to the package and not to the contents.

General guidance is provided in annex A as appropriate for both the specification writer and the test engineer.

In some instances, requirements and guidance on mounting are included, partly or wholly, in the individual standards of IEC 60068, for example, Test Fh¹. Where such an International Standard is called up by the relevant specification, it will need to be studied as well as this International Standard.

¹⁾ IEC 60068-2-64:1993, *Environmental testing – Part 2: Methods of test – Test Fh: Vibration, broad-band random (digital control) and guidance.*

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-47: Méthodes d'essai – Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques de vibrations, d'impacts et autres essais similaires

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60068 donne les méthodes de fixation pour les composants et les règles de fixation des matériels et autres articles, pour les familles d'essais dynamiques de la CEI 60068-2, tels que les impacts (Essai E), les vibrations (Essai F) et l'accélération constante (Essai G).

2 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 partie de la CEI 60068. 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 partie de la CEI 60068 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 la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

ISO 2041:1990, *Vibrations et chocs – Vocabulaire*

3 Définitions

Les termes utilisés sont d'une manière générale définis dans l'ISO 2041 et dans la CEI 60068-1.

4 Généralités

La spécification particulière doit indiquer si l'effet de la pesanteur a de l'importance. Si oui, le spécimen doit être fixé de telle façon que cette force agisse dans le même sens qu'en utilisation normale. Quand l'effet de la pesanteur est sans importance, le spécimen peut être fixé dans n'importe quelle position.

La spécification particulière doit également préciser, si cela est important pour les résultats de l'essai,

- a) les limites de température pour lesquelles le spécimen doit être essayé;
- b) le champ magnétique parasite maximal auquel on peut soumettre le spécimen, et/ou l'orientation du spécimen par rapport à la direction du champ magnétique (par exemple au voisinage d'un générateur électrodynamique de vibrations);
- c) l'humidité relative dans laquelle le spécimen doit être essayé.

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-47: Test methods – Mounting of components, equipment and other articles for vibration, impact and similar dynamic tests

1 Scope

This part of IEC 60068 provides methods of mounting components, and mounting requirements for equipment and other articles, for the families of dynamic tests in IEC 60068-2, that is impact (Test E), vibration (Test F) and acceleration, steady-state (Test G).

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60068. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60068 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 IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

ISO 2041:1990, *Vibration and shock – Vocabulary*

3 Definitions

The terms used are generally defined in ISO 2041 and IEC 60068-1.

4 General

The relevant specification shall state whether the effect of gravitational force is important. If so, the specimen shall be mounted in such a way that the gravitational force acts in the same direction as it would in use. Where the effect of gravitational force is not important, the specimen may be mounted in any attitude.

Also, if significant to the test results, the relevant specification shall state

- a) the temperature limits within which the specimen shall be tested;
- b) the maximum level of magnetic interference which may be imposed on the specimen and/or the orientation of the specimen in relation to the direction of the magnetic field (for example, near an electrodynamic vibration generator);
- c) relative humidity limits within which the specimen shall be tested.

5 Fixation des composants

La méthode de fixation à utiliser doit être celle que prescrit la spécification particulière.

Si la méthode de fixation n'est pas spécifiée, mais s'impose d'après la configuration du spécimen, comme dans la figure 1, c'est celle-ci qui doit être utilisée. Si elle n'est pas évidente, on doit choisir, dans la mesure du possible, la méthode qui s'accorde avec les principes donnés dans les figures 2, 3 ou 4, sans oublier que l'essai peut viser soit à éprouver dynamiquement les sorties seules ou le corps seul, ou les deux, soit à déterminer la robustesse interne du spécimen.

Si l'on doit essayer un spécimen muni de sorties additionnelles, on doit disposer celles-ci de telle sorte qu'elles imposent des contraintes ou des masses similaires à celles que subira le spécimen lors de son utilisation normale.

Dans tous les cas, les composants doivent être fixés sur un support rigide ou directement sur la surface de montage du moyen d'essai.

NOTE – Un «support rigide d'essai» est un support pour lequel il n'y a pas de résonance dans la totalité de la gamme d'essais ou dont les exigences sont contenues dans les tolérances concernant ces essais.

6 Fixation des matériels et des autres articles

Le spécimen doit être mécaniquement fixé sur la surface de montage du moyen d'essai soit directement, soit par l'intermédiaire d'un bâti de fixation rigide (voir la note précédente), suivant ce que prescrit la spécification particulière.

NOTE – Dans le cas de vibrations acoustiquement induites, la technique de fixation est notablement différente et on doit faire référence à la CEI 60068-2-65¹⁾.

Si l'on peut disposer du dispositif normal de fixation du spécimen, la spécification particulière doit préciser si on doit l'utiliser (voir également l'article A.2).

Tout support ou système de bridage supplémentaire doit être évité. On doit disposer tout organe de liaison avec le spécimen, tel que câbles, tuyaux, etc., de telle sorte qu'il impose une contrainte ou une masse similaire à celles que subit le spécimen lorsqu'il est installé en position de service. Pour y arriver, il peut être nécessaire de fixer les câbles, tuyaux, etc., au bâti.

Les spécimens conçus pour être utilisés avec amortisseurs doivent normalement être essayés avec ceux-ci. S'il n'est guère possible de faire l'essai avec les amortisseurs appropriés, on peut essayer les spécimens sans amortisseurs selon une sévérité différente, comme prescrit dans la spécification particulière.

La spécification particulière peut prescrire un essai supplémentaire sur un spécimen avec ses amortisseurs extérieurs enlevés ou bloqués, de façon à démontrer que le spécimen possède un minimum de robustesse acceptable. Dans ce cas, la sévérité applicable doit être donnée dans la spécification particulière.

S'il est probable qu'au plan opérationnel un effet calorifique quelconque sur les amortisseurs puisse devenir significatif, celui-ci doit être pris en compte au cours des essais.

¹⁾ CEI 60068-2-65:1993, *Essais d'environnement – Partie 2: Méthodes d'essais – Essai Fg: Vibrations, induites acoustiquement.*

5 Mounting of components

The mounting method to be used shall be as stated in the relevant specification.

Where the method of mounting is not specified but is obvious from the design, as in figure 1, this method shall be used. Where it is not obvious, the mounting methods shall, whenever possible, be chosen in accordance with the principles shown in figures 2, 3 or 4, bearing in mind whether the intention is to load dynamically the leads and/or the body or to determine the internal robustness.

When the specimen is to be tested with additional leads attached, these shall be so arranged that they impose similar restraint and mass to those when the specimen is used in its normal manner.

In all cases, components shall be fastened to a rigid test fixture or direct to the mounting surface of the test apparatus.

NOTE – A "rigid test fixture" is one where there are no resonances within the test range or where the requirements of the test tolerances can be met.

6 Mounting of equipment and other articles

The specimen shall be mechanically connected to the mounting surface of the test apparatus either directly or by means of a rigid test fixture (see note above), or as stated in the relevant specification.

NOTE – In the case of acoustically induced vibration, the mounting technique is quite different and reference shall be made to IEC 60068-2-65¹⁾.

In cases where the normal mounting structure for the equipment is available, the relevant specification shall state if it shall be used (see also clause A.2).

Any additional stays or straps shall be avoided. Any connections to the specimen such as cables, pipes, etc., shall be so arranged that they impose similar restraint and mass to those when the specimen is installed in its operational position. In order to achieve this, it may be necessary to fasten the cables, pipes, etc., to the fixture.

Specimens intended for use with isolators shall normally be tested with their isolators. If it is not practicable to carry out the test with the appropriate isolators, the specimen may be tested without the isolators at a different severity, as stated in the relevant specification.

The relevant specification may require an additional test on a specimen with the external isolators removed or blocked, in order to demonstrate that minimum acceptable structural resistance has been achieved. In this case, the severity to be applied shall be given in the relevant specification.

Where, operationally, any heating effect on the isolators is likely to be of significance, this shall be taken into account during testing.

¹⁾ IEC 60068-2-65:1993, *Environmental testing – Part 2: Methods of test – Test Fg: Vibration, acoustically induced*.

7 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Quand il est fait référence à la présente norme dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être donnés, dans la mesure où ils sont applicables.

	Article
a) Effet de la pesanteur	4
b) Température maximale ou minimale	4
c) Champ magnétique parasite maximal	4
d) Humidité relative maximale ou minimale	4
e) Fixation des composants	5
f) Fixation des matériels et des autres articles	6

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-47:1999

7 Information to be given in the relevant specification

When this standard is referred to in a relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable.

	Clause
a) Gravitational effect.....	4
b) Maximum or minimum temperature	4
c) Maximum magnetic interference.....	4
d) Maximum or minimum relative humidity	4
e) Mounting of components	5
f) Mounting of equipment and other articles	6

Annexe A **(informative)**

Guide

A.1 Composants

Quand l'essai a pour objet de déterminer si un composant est adapté à son environnement d'utilisation, il convient que la spécification particulière prescrive que le composant soit fixé d'une façon analogue à celle qui sera utilisée dans la pratique. On n'insistera jamais assez sur le fait qu'au-delà d'une certaine masse que doit indiquer la spécification particulière, le corps des composants nécessitera aussi d'être maintenu de la même manière pendant l'essai que lors de son utilisation réelle.

Il importe que la méthode de fixation soit conforme aux indications du fabricant. Il convient que les renseignements détaillés donnés dans les figures 1 à 4 ne soient utilisés que lorsque ces indications font défaut.

Certains composants ayant des formes géométriques particulières, par exemple disques, sphères, bulbes, ainsi que ceux qui requièrent des accessoires spécifiques de fixation, ne sont pas représentés dans les figures. Pour ceux-là, il est essentiel que la spécification particulière donne des renseignements détaillés.

Si la conception du spécimen permet d'utiliser plusieurs méthodes de fixation, il convient de les prendre toutes en considération. Il est recommandé d'utiliser de nouveaux composants à chaque essai.

Quelle que soit la méthode spécifiée ou choisie, il importe que les composants soient rigidement fixés au support ou au moyen d'essai. Cela peut être réalisé par bridage, soudage, enrobage ou connexion du corps du composant ou de ses sorties, ou des deux, selon ce qui convient. Une carte imprimée de dimensions normales sur laquelle des composants sont fixés n'a en général pas une rigidité suffisante et peut ne pas satisfaire aux exigences de l'essai. De plus, la reproductibilité risque de s'en trouver affectée. On peut cependant fort bien utiliser de petits fragments de carte imprimée, à condition de tenir compte de leurs caractéristiques dynamiques.

Pour l'exécution d'un essai de robustesse interne, il est important de noter que la méthode de fixation est rarement celle qui sera utilisée dans la pratique. Il est en effet essentiel que la contrainte dynamique soit transmise à la structure interne. On l'obtient généralement en fixant à la fois le corps et les sorties du composant.

S'il est nécessaire de soumettre un composant à un essai de robustesse des sorties après les essais dynamiques, il convient de ne pas plier les fils pour l'essai dynamique ni permettre qu'ils se déplacent par rapport au corps du composant au cours de l'essai. Toutefois, si on ne peut l'éviter, il convient que la spécification particulière stipule qu'il faut utiliser de nouveaux composants à chaque essai.

Quand on conçoit des bâtis de fixation pour des essais de chocs de forte accélération ou des essais de vibrations dans les hautes fréquences, il convient de veiller à ce qu'il n'y ait pas de résonance dans la gamme de fréquences spécifiée pour l'essai.

De plus, il peut être nécessaire de tenir compte de la vitesse du son dans le matériau du bâti. Il convient de prendre soin de s'assurer, dans toute la mesure possible, que la longueur du chemin de propagation est nettement inférieure à un quart de longueur d'onde. Les bâtis pour essai de composants de grande taille ou pour l'essai simultané de plusieurs composants nécessitent une attention particulière, et les principes généraux donnés pour les bâtis pour matériels sont applicables (voir l'article A.3).

Annex A **(informative)**

Guidance

A.1 Components

When the test is to determine the suitability of a component for its operational environment, the relevant specification should ensure that the component is held in a manner which simulates that used in service. It cannot be emphasized too strongly that components above a certain mass, which should be given in the relevant specification, will also require the body to be supported both for the test and for the operational environment.

It is important that the method of mounting is in accordance with the requirements of the manufacturer. The detailed information given in figures 1 to 4 should be used only when such requirements are not available.

Some components having special geometrical shapes, for instance discs, spheres, bulbs, and those requiring special fastening devices, are not shown in the figures. For these, it is essential that the relevant specification gives detailed information.

If a specimen is designed for a number of methods of mounting, all of these should be considered. It is recommended that new components should be used for each test.

Whichever method is specified or chosen, it is important that the fastening to the test fixture or apparatus be rigid. This can be achieved by clamping, soldering, embedding or bonding the component body and/or its leads, as appropriate. A normal-size printed wiring board to which components are fastened does not, generally, give sufficient rigidity, and it may not be possible to achieve the requirements of the test in this manner. In addition, reproducibility will probably be impaired. Small portions of a board may prove to be satisfactory, provided that attention is paid to their dynamic characteristics.

When an internal robustness test is to be performed, it is important to note that the mounting method is rarely that which will be used in the operational environment. It is then essential that the dynamic stress be transmitted to the internal structure. This is generally obtained by mounting the component both by its body and by its leads.

Should it be necessary to subject a component to a robustness of terminations test after the dynamic tests, the leads should not be bent for the dynamic tests, nor should they be displaced relative to the body of the components. If, however, this cannot be avoided, the relevant specification should specify that separate components are to be used for each test.

When designing test fixtures for high-impact acceleration or vibration tests with high frequencies, care should be taken that no resonances exist within the frequency range specified for the test.

In addition, it may be necessary for the velocity of sound in the fixture material to be considered. Care should be taken to ensure, as far as is practicable, that the propagation path is well below a quarter wavelength. Test fixtures for large components or for the simultaneous testing of several components will need special consideration and the general principles given for equipment fixtures are applicable (see clause A.3).

A.2 Matériels et autres articles

Il importe que le spécimen soit fixé d'une manière représentative de celle qui est utilisée dans la pratique. Par exemple, il convient qu'un spécimen normalement tenu par sa platine avant seulement soit monté ainsi pour l'essai (voir la figure 5).

Dans le cas où le support normal de montage est disponible et où il est possible de l'utiliser, il est fortement recommandé de faire ainsi car cela est plus représentatif des conditions de service. Il faut se souvenir, toutefois, que les points de fixation auxquels on se réfère dans les essais correspondants sont alors ceux du support et non plus ceux du spécimen.

Si le support normal de montage n'est pas disponible, ou dans les cas spéciaux où il est disponible mais où l'on sait que cela n'a pas d'influence sur le comportement du matériel, il convient de se servir d'un bâti de fixation conçu de telle sorte que les exigences appropriées de l'essai soient remplies.

Les spécimens prévus pour être utilisés avec des amortisseurs peuvent parfois être essayés sans eux, par exemple si le spécimen est monté avec d'autres sur un même support ou si les caractéristiques dynamiques des amortisseurs sont très variables (par exemple si elles dépendent de la température). Il s'ensuit qu'il faudra alors modifier le niveau d'essai. Pour l'essai de vibrations, il convient que ce nouveau niveau soit déterminé en considérant l'enveloppe des courbes de transmissibilité du système d'amortissement dans chaque axe. Quand on sait que la sévérité varie avec la direction d'application de la contrainte, il convient aussi d'en tenir compte.

Si l'on ne connaît pas les caractéristiques de transmissibilité, il faudra choisir arbitrairement la nouvelle sévérité, mais de préférence par entente entre le fournisseur et l'acheteur.

NOTE – Dans le cas de l'essai de vibrations sinusoïdales (voir la CEI 60068-2-6¹⁾), quelques courbes générales sur la transmissibilité sont données en A.5.1 de l'annexe A de cette Norme internationale. Ces courbes générales peuvent également être appropriées à d'autres essais de vibration de la CEI 60068-2.

Il convient aussi de noter que pour l'essai d'accélération constante, le fait d'essayer le spécimen sur ses amortisseurs peut être, dans certains cas, une cause de danger. L'usage de dispositifs de retenue ou de calage peut alors devenir indispensable. Il est particulièrement important, pour cet essai, que les contraintes exercées sur les dispositifs de fixation et à vérifier soient calculées afin d'éviter une cause de danger.

A.3 Bâti de fixation

On a toujours besoin d'un bâti pour la fixation et l'orientation du spécimen. Il est donc considéré comme souhaitable d'attirer l'attention sur les zones liées au bâti où des problèmes pourraient surgir et empêcher de satisfaire aux exigences de l'essai, et donc affecter sa reproductibilité. Il convient cependant de noter que le but de ce guide n'est pas de proposer des solutions: on peut généralement les trouver dans la littérature technique.

Le but fondamental du bâti de fixation est de transmettre fidèlement les contraintes du moyen d'essai au spécimen et d'assurer que les exigences de la spécification peuvent être satisfaites aux points de fixation du spécimen.

La conception du bâti sera guidée par la forme et la masse du spécimen, la sévérité des exigences de l'essai et les possibilités du moyen d'essai. Les deux derniers paramètres dépendent de l'essai considéré. En outre, pour les essais d'impact et d'accélération constante, la conception peut être rendue plus délicate en raison de la nécessité d'effectuer les essais dans les deux sens, sens croissant et décroissant, et sur chaque axe.

¹⁾ CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations sinusoïdales*.

A.2 Equipment and other articles

It is important that the specimen is mounted in a manner representative of that used in its operational position. For example, a specimen normally held by its front panel alone should be so mounted for the test (see figure 5).

In cases where the normal mounting structure is available and it is practicable to use it, it is recommended that this be done as it is more representative of operating conditions. It must be remembered, however, that the fixing points referred to in the relevant tests are then those of the mounting structure and not of the specimen.

If the normal mounting structure is not available or, in special cases even when it is available but where it is known that it does not influence the behaviour of the equipment, the test fixture, designed so that the appropriate test requirements can be met, should be used.

Specimens intended for use with isolators may sometimes have to be tested without them, for example if the specimen is mounted with others on a common mounting system, or if the dynamic characteristics of the isolators are very variable (for example if they are temperature dependent). As a result, the test level will then need to be modified. For vibration testing, this new level should be determined by considering the envelope of the transmissibility curve of the isolator system in each axis. Where the severity is known to vary with the direction of the applied environment, this should also be taken into account.

If no transmissibility characteristics are available, the new severity will need to be chosen arbitrarily but preferably after discussion between the supplier and the purchaser.

NOTE – In the case of the sinusoidal vibration test (see IEC 60068-2-6¹⁾), some general transmissibility curves are given in A.5.1 of annex A of that International Standard. These general curves may also be appropriate for other IEC 60068-2 vibration tests.

It should be noted that, for a steady-state acceleration test, there may, under certain circumstances, be a safety hazard if the specimen is tested with its isolators. The use of stays or straps may then be unavoidable. It is particularly important, for this test, that the stresses to be experienced by the attachment bolts be calculated in order to avoid a safety hazard.

A.3 Test fixture

A test fixture will invariably be required for mounting and for orientation purposes. Therefore, it is considered desirable to highlight possible problem areas associated with the fixture design which could prevent the achievement of the test requirements and affect the reproducibility. However, it should be noted that it is not the function of this guidance section to offer solutions; these can usually be found in the technical literature.

The fundamental purpose of the test fixture is to transmit faithfully the environment from the test apparatus to the specimen, and to ensure that the specification requirements can be met at the fixing points of the specimen.

The design of the test fixture will be governed by the physical shape and mass of the specimen, the severity of the test requirements and the capabilities of the test apparatus. These last two parameters are dependent on the test under consideration. In addition, for the impact and steady-state acceleration tests, the design may be further complicated by the need to test in the "plus" and "minus" directions of each test axis.

Additionally some of the parameters which need to be considered in the fixture design are given in A.3.5 and clause A.4.

¹⁾ IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*.

A.3.1 Chocs et secousses

La masse totale et la sévérité maximale permises pour le moyen d'essai seront généralement spécifiées par son constructeur. Pour une masse de spécimen donnée, la conception du bâti de fixation sera généralement plus facile si les possibilités du moyen d'essai sont sensiblement plus grandes que strictement nécessaire, car le bâti pourra alors être plus lourd et moins complexe.

Il est important aussi de considérer l'effet de la rigidité et des dimensions (voir A.3.5).

A.3.2 Vibrations

Le principal paramètre limitant la masse totale du spécimen et de son bâti de fixation est la poussée que peut fournir le générateur de vibrations. Celle-ci est en général spécifiée par le constructeur. Pour ce qui concerne la sévérité, les points les plus importants sont la gamme de fréquences requise ainsi que le déplacement ou l'accélération nécessaires. Toutefois, pour ce qui est des performances de l'appareil d'essai, il y a normalement incompatibilité entre une forte poussée et une large gamme de fréquences. Donc, à l'inverse de ce qui se passe pour les chocs et les secousses, il peut ne pas être bon d'utiliser le générateur de vibrations le plus puissant possible. Il en résulte que les bâtis sont normalement plus complexes que ceux dont on a besoin pour les autres essais, et il faut une grande expérience pour obtenir des résultats satisfaisants. De même, la réponse en fréquence peut fort bien être affectée lorsque le bâti et le spécimen sont fixés au générateur de vibrations, il est nécessaire de se rappeler que la masse dynamique peut fort bien être de plus grande importance que la masse statique.

A.3.3 Vibration acoustiquement induite

Le type et la conception des bâtis destinés à fixer les spécimens pour les essais de vibration induits du point de vue acoustique dépendent beaucoup des dimensions et de la masse des spécimens. Dans le cas le plus simple d'une boîte électronique à essayer dans une chambre de réverbération, il convient que le spécimen soit suspendu doucement de façon qu'il se situe dans la partie centrale de la chambre.

Il convient que le dispositif de suspension, tel que des élastiques, soit fixé à des points de fixation sur la boîte électronique. Il convient que les spécimens plus grands, comme les réflecteurs ou les panneaux solaires, utilisent, quand cela est possible, le même mécanisme de fixation que dans les cas d'utilisation.

En général, il convient que le bâti soit aussi transparent que possible vis-à-vis de l'environnement acoustique. Cependant, dans certains cas particuliers, il peut être souhaitable de simuler les conditions d'écrans et de réflexion auxquelles le spécimen est soumis dans son environnement d'utilisation. Ces cas comprennent les panneaux solaires des satellites qui sont souvent disposés sur un simulateur de satellite placé à côté pour les essais acoustiques. Les spécimens de très grande dimension, comme les satellites dans leur entier, utilisent généralement leur dispositif réel de fixation de charge en guise de bâti de fixation.

Dans tous les cas, il convient que l'assemblage total soit isolé des vibrations du plancher ou du plafond de la chambre de réverbération. Il convient que la fréquence de suspension soit inférieure à 25 Hz ou à 25 % de la fréquence la plus basse d'intérêt pour le spécimen.

A.3.4 Accélération constante

La conception du bâti est très simple dans ce cas puisque l'accélération est appliquée progressivement et qu'on peut ne pas tenir compte du comportement dynamique du bâti et du spécimen. Il en résulte que le bâti a seulement besoin d'être suffisamment rigide pour supporter les forces statiques appliquées et suffisamment universel pour permettre l'orientation du spécimen. Il convient de se rappeler, cependant, que la force maximale que le moyen d'essai peut fournir sera normalement spécifiée par le constructeur. Il convient de ne pas se dissimuler que le rapport existant entre le spécimen et le rayon centrifuge est important en raison du gradient d'accélération passant par le spécimen.

A.3.1 Shock and bump

The total mass and maximum severity permitted for the test apparatus will normally be specified by the manufacturer. For a given specimen mass, the design of the test fixture will generally be easier if the capability of the test apparatus is significantly greater than that strictly necessary, since the fixture can then be heavier and less complex.

It is still important to consider the effect of stiffness and dimensions (see A.3.5).

A.3.2 Vibration

The main parameter limiting the total mass of the specimen and its test fixture is the thrust capability of the vibration generator. This is normally specified by the manufacturer. In terms of severity, the most important features are the frequency range and displacement and/or acceleration required. However, in terms of the test apparatus performance, large thrust and a wide frequency range are normally incompatible. Thus, unlike the shock and bump situation, it may not be appropriate to use the largest vibration generator available. As a result, test fixtures are normally more complex than those required for other tests, and extensive experience is needed in order to achieve satisfactory results. Also, the frequency response may well be affected when the fixture and specimen are fastened to the vibration generator. It needs to be remembered that the dynamic mass may well be of greater significance than the static mass.

A.3.3 Vibration, acoustically induced

The type and design of test fixtures to mount specimens for vibration tests which are acoustically induced, depend very much on the size and mass of the test specimens. In the simplest case of an electronic box to be tested in a reverberation chamber, the specimen should be elastically suspended so that it becomes located in the central area of the chamber.

The suspension device, such as rubber cords, should be attached to the fixing points of the electronic box. Larger test specimens such as reflectors or solar arrays should, wherever practicable, use the same fixing mechanisms as in the operational case.

Generally the test fixtures should be as transparent as possible, with respect to the acoustic environment. However, in special cases it may be desirable to simulate the shielding or reflecting conditions to which the specimen is subjected in its operational environment. Such cases include solar arrays for satellites which are often mounted on a satellite sidewall simulator for acoustic tests. Very large specimens, such as complete satellites, generally use their real payload attachment fitting as a test fixture.

In all cases, the total assembly should be isolated against vibration from the floor or ceiling of the reverberation chamber. The suspension frequency should be less than 25 Hz or 25 % of the lowest frequency of interest of the specimen.

A.3.4 Acceleration, steady-state

The fixture design is simplest for this case since the acceleration is applied progressively and the dynamic behaviour of the fixture and the specimen can be ignored. Thus the fixture need only be rigid enough to withstand the static forces involved and sufficiently versatile to accommodate the orientation of the specimen. It should be remembered, however, that normally a maximum force for the test apparatus will be specified by the manufacturer. It should not be overlooked that the ratio of specimen to centrifuge radius is important because of the acceleration gradient across the specimen.

L'attention est attirée sur les difficultés pouvant se présenter lors d'essais de composants à des valeurs très élevées de l'accélération, en particulier au-delà de $10\,000\text{ ms}^{-2}$.

A.3.5 Choix du matériau

Quand on conçoit un bâti de fixation, le choix du matériau est d'abord fonction des considérations de masse et de rigidité. Quelques-uns des problèmes liés aux limitations de masse ont été traités plus haut à propos de chaque type d'essai. La rigidité, qui n'a d'importance que lorsqu'il s'agit de contraintes dynamiques, peut imposer de sévères restrictions dans la conception du bâti.

La rigidité d'un matériau est fonction de ses propriétés physiques. Elle varie donc dans une large gamme de métaux et de matières plastiques disponibles. Pour tout matériau donné, la rigidité varie avec ses dimensions, ses moyens de fixation (par exemple poutre à simple ou double encastrement) et, dans une moindre mesure, avec la méthode de construction. Certains matériaux ont des rapports rigidité/masse plus avantageux, et cela permet de réaliser des bâtis plus solides pour la même masse, ce qui est souvent souhaitable.

Une autre caractéristique du matériau est son amortissement interne, qui est aussi fonction de ses propriétés fondamentales. Par exemple, l'amortissement interne de l'aluminium est approximativement quatre fois plus élevé que celui de l'acier. L'amortissement a une certaine influence, notamment sur le comportement des bâtis pour essais de vibrations.

Le but principal, quand on conçoit un bâti, est d'éliminer les résonances dans la gamme de fréquences spécifiée pour l'essai. Si cela n'est pas faisable, la fidélité de la transmission de la vibration du dispositif d'essai au spécimen en sera affectée. Le degré auquel elle sera affectée est directement lié à l'amortissement. Il convient de se souvenir que l'amortissement interne des métaux les plus courants, bien que variant de l'un à l'autre, n'a qu'un assez faible effet sur le comportement d'ensemble du bâti; mais, dans certains cas, on peut avoir à l'utiliser.

Une autre caractéristique qu'il faut considérer, particulièrement dans le cas des essais de chocs impliquant un temps de montée bref ou dans celui des essais de vibrations ayant une fréquence supérieure élevée, est la vitesse du son dans le matériau à choisir.

Il convient que la distance, le long du chemin de propagation entre tout point de fixation et la table du générateur de vibrations, soit chaque fois que possible nettement inférieure à un quart de longueur d'onde dans le matériau du bâti de fixation.

Pour calculer la longueur d'onde λ , il faut prendre en considération le mode vibratoire pour lequel la vitesse du son est la plus faible. Habituellement, c'est le mode correspondant à la direction transversale.

Exemple: Bâti de fixation en aluminium destiné à être utilisé jusqu'à $2\,000\text{ Hz}$.

La vitesse du son dans l'aluminium est approximativement

$v_1 = 5\,100\text{ m/s}^{-1}$ pour l'onde longitudinale;

$v_2 = 3\,200\text{ m/s}^{-1}$ pour l'onde transversale.

La longueur d'onde à prendre en considération est donc

$$\lambda = \frac{v_2}{f} = \frac{3\,200}{2\,000} = 1,6\text{ m}$$

La longueur maximale l du chemin de propagation est, par conséquent,

$$l = \frac{\lambda}{4} = 0,4\text{ m}$$

Attention is drawn to the difficulties which may arise when testing components at very high values of acceleration, particularly those above $10\,000\text{ ms}^{-2}$.

A.3.5 Choice of material

When designing a test fixture, the choice of material will primarily be governed by mass and stiffness considerations. Some problems associated with mass limitations were dealt with above as appropriate to each type of test. Stiffness, which is only of significance where dynamic considerations are involved, can impose severe restrictions on the design of the fixture.

The stiffness of a material is a function of its physical properties. It, therefore, varies over the wide range of metals and plastics available for use. For any given material, the stiffness varies with the dimensions, its means of support (for example single or double encastre beams) and, to a lesser extent, the method of construction. Certain materials have more advantageous stiffness-to-mass ratios, and this enables a fixture to be stiffer for the same mass, which is usually desirable.

Another characteristic of a material is its internal damping, which is also a function of its fundamental properties. As an example, the internal damping of aluminium is approximately four times greater than that for steel. Damping has some influence, mainly on the behaviour of vibration fixtures.

The fundamental aim of the design of the test fixture is to permit no resonances to exist within the frequency range specified for the test. If this is impracticable, then the fidelity of the transmission of vibration from the test apparatus to the specimen is affected. The degree to which it is affected is directly related to the damping. It should be borne in mind that the internal damping of most common metals, whilst varying one to another, has a relatively small effect on the overall behaviour of the test fixture, but under certain circumstances it may need to be utilized.

A further feature which needs to be considered, particularly in the case of a shock test requiring a fast rise time or a vibration test with a high upper frequency, is the velocity of sound in the material to be chosen.

The distance along the propagation path between any fixture point and the vibration generator table should be, whenever possible, well below a quarter of the wavelength in the fixing material.

For calculating the wavelength λ it is necessary to take into account the vibratory mode associated with the lowest velocity of sound. Usually, it is the mode in the transverse direction.

Example: Aluminium test fixture for use up to $2\,000\text{ Hz}$.

The approximate velocity of sound in aluminium is

$v_1 = 5\,100\text{ ms}^{-1}$ for the longitudinal wave,

$v_2 = 3\,200\text{ ms}^{-1}$ for the transverse wave.

The wavelength to be considered is therefore

$$\lambda = \frac{v_2}{f} = \frac{3\,200}{2\,000} = 1,6\text{ m}$$

The maximum length, l , of the propagation path is consequently

$$l = \frac{\lambda}{4} = 0,4\text{ m}$$

Il n'est pas nécessaire de réaliser le bâti en totalité dans le même matériau. Il peut être nécessaire, pour diverses raisons (par exemple l'isolation électrique ou thermique ou l'accroissement de l'amortissement), d'utiliser des bâtis faits d'une combinaison de matériaux telle que métal et matière plastique ou même métal et céramique.

A.4 Recommandations générales pour la conception des bâtis de fixation

Il y a diverses méthodes de construction possibles, parmi lesquelles le vissage, le rivetage, la soudure, le moulage, le collage, etc. Le choix dépendra des difficultés escomptées pour satisfaire aux exigences de l'essai, du matériau utilisé, etc. Il convient que le bâti de fixation soit le plus simple possible; par exemple, un bloc massif suffit bien souvent. Il convient de noter que les structures boulonnées ne permettent généralement pas d'atteindre la rigidité que l'on obtient avec les autres modes de construction et d'une structure rivetée peut être pire que l'utilisation d'une structure vissée. Ce facteur devient important quand on a à traiter des spécimens de grande taille et/ou des hautes fréquences.

Pour des raisons de moindre coût, de facilité de construction et compte tenu de ses propriétés d'amortissement interne relativement importantes, on utilise souvent un alliage en aluminium.

Il convient que toutes les interfaces soient aussi carrées et plates qu'il le faut pour assurer un bon contact mécanique, en particulier en réalisant les essais de fréquences ci-dessus, par exemple 500 Hz. En outre, il faut utiliser le plus grand nombre de trous de fixation sur la surface de montage du moyen d'essai, suivant ce que permet la taille du bâti.

On a souvent avantage à concevoir un bâti de fixation qui puisse servir plusieurs fois pour différents spécimens. Si l'on fait usage de trous taraudés et que le matériau est tel qu'une usure anormale risque de se produire, il est recommandé d'utiliser des canons filetés en acier. Il convient néanmoins de prendre soin de les mettre bien en place et de ne pas les détériorer. Si l'on utilise des boulons, il peut être nécessaire qu'ils soient d'un type à haute résistance à la traction.

Il est important qu'aucune déformation ne se produise lorsqu'on fixe le spécimen sur le bâti. S'il s'en produit, cela indique probablement que le bâti n'est pas assez rigide et que la sévérité d'essai requise ne sera sans doute pas appliquée aux points de fixation du spécimen. La rigidité de la fixation peut être fortement réduite par un préchargement insuffisant de la force de fermeture ou de boulonnage.

Dans la mesure du possible, il convient que tous les boulons soient serrés avec le moment de couple maximal qu'ils admettent. Cette valeur est déterminée par le point le plus faible du système, par exemple la force d'insertion, de compression des matériaux de fixation ou la force de boulonnage.

Il convient que les joints soient soudés sur les fixations usinées. Il convient autant que possible d'éviter les liaisons boulonnées ou par points de soudure. Si cela n'est pas possible, il convient que le joint soit rempli d'un adhésif adapté. Cependant, si l'amortissement est vraisemblablement significatif, il convient de noter que l'amortissement d'une structure boulonnée ou rivetée est supérieur à celui existant quand cette structure est soudée.

Quand il est difficile de fabriquer un bâti de fixation dont la fréquence naturelle se situe à l'extérieur des caractéristiques des essais de vibration, il est nécessaire d'introduire autant d'amortissement que possible à la conception car au-dessus de la fréquence naturelle du châssis de fixation, la baisse de la transmissibilité est réduite de manière significative. En outre, à la fréquence naturelle, l'amortissement réduit la vitesse de décroissance de la puissance afin de maintenir un niveau constant d'accélération et par là, les réponses du système de commande et de l'amplificateur de puissance sont diminuées d'autant.

Test fixtures need not be made of the same material throughout. It may be necessary, for various reasons, for example, electrical or thermal insulation, or increased damping, to use fixtures made of a combination of materials such as metal and plastics, or even metal and ceramic.

A.4 General recommendations for fixture design

There are various methods of construction available. These include bolting, riveting, welding, casting, the use of adhesives and so on. The choice will depend on any difficulties anticipated in meeting the test requirements, the material used, etc. The test fixture should be as simple as possible; for example, a solid block is often all that is necessary. It should be noted that bolted structures will not normally achieve the stiffness obtained with the other forms of construction, and that a riveted structure would be worse than that of the use of a bolted structure. This factor becomes important when dealing with large structures and/or high frequencies.

For cheapness, ease of manufacture and due to its relatively high internal damping properties, aluminium alloy is often used.

All interfaces should be as square and flat as is necessary to achieve good mechanical contact especially when conducting frequency tests above, for example, 500 Hz. In addition, the maximum number of fixing holes on the mounting surface of the test apparatus should be utilized, consistent with the size of the fixture.

It is often advantageous to design a fixture which can be used a number of times for different specimens. If threaded holes are used and the material is such that undue wear might occur, the use of steel inserts is recommended. Care should be taken, however, that their fit is adequate and that no deterioration takes place. If bolts are used, they may need to be of the high-tensile type.

It is important that, when fastening the specimen to the fixture, no deformation of either should occur. If it does, this probably indicates that the fixture is insufficiently stiff and might prevent the required test severity from being applied to the fixing points of the specimen. The stiffness of a fixture can be greatly reduced by insufficient pre-load in fasteners or bolt strength.

As far as is practicable, all bolts should be tightened to their maximum permitted torque. This value is determined by the weakest link in the system, for example, insert strength, compressive strength of fixture materials or bolt strength.

On fabricated fixtures joints should be welded. If possible, bolted or spot welded connections should be avoided. If this is not possible, the joint line should be filled with suitable adhesive. However, if damping is likely to be of real significance, it should be noted that the damping of a bolted or riveted structure is greater than that of one which has been welded.

Where it is difficult to build a fixture whose natural frequency is outside the vibration specification, as much damping as possible needs to be introduced into the design since, above the natural frequency of the fixture, the drop-off rate of transmissibility is significantly reduced. In addition, at the natural frequency, the damping reduces the speed of power decrease to maintain a constant acceleration level and, therefore, the control system and power amplifier responses reduce proportionally.

A.5 Equilibrage

En général, l'équilibrage pose des problèmes seulement dans le cas des essais de vibrations et d'accélération constante, mais on peut avoir à s'en soucier aussi pour les essais de chocs et de secousses.

A.5.1 Vibrations

Dans le cas des vibrations, il est nécessaire de s'assurer que le centre de gravité du bâti chargé du spécimen, qui doit être gardé aussi bas que possible, est en principe placé sur une ligne qui passe par le centre de gravité de l'élément mobile du générateur de vibrations et qui est également perpendiculaire à la surface de cet élément. Dans certains cas, il n'est pas possible d'être sûr que le centre de gravité du bâti chargé du spécimen soit aligné selon l'axe de la poussée du générateur de vibrations. Il peut en résulter des modes de flexion, des réseaux d'ondes stationnaires dues à la longueur du chemin de propagation et des mouvements de lacet qui tous limitent la gamme de fréquences utilisable et empêchent de satisfaire aux exigences de l'essai aux points de fixation du spécimen. Il peut donc être nécessaire d'utiliser des contrepoids d'équilibrage, bien que cette technique soit à éviter, sauf si on la considère comme essentielle. Lorsque la fréquence augmente, le spécimen et éventuellement le bâti peuvent entrer en résonance et, si c'est le cas, produire un mouvement relatif du «centre de gravité dynamique» qui continuera alors à se déplacer. Cette situation peut être aggravée si l'on a mis des contrepoids d'équilibrage. Il se crée alors une situation qui, pour le moment, n'a pas de solution pratique. On peut habituellement tolérer cet effet, mais dans le cas contraire, on pourra l'amoindrir en utilisant un générateur de vibrations plus grand ou plus puissant, à condition que les exigences de la spécification puissent toujours être remplies.

On utilise très souvent des tables auxiliaires accouplées aux générateurs de vibrations, surtout quand le spécimen est sensible à la pesanteur et quand il faudrait recourir sans cela à des bâtis d'essai complexes. Néanmoins, on peut rencontrer des difficultés similaires à celles qui sont mentionnées ci-dessus.

A.5.2 Accélération constante

Pour les essais en accélération constante, on utilise habituellement une centrifugeuse, et il est essentiel d'équilibrer statiquement et dynamiquement le bâti et le spécimen par rapport au moyen d'essai pour ne pas endommager ses portées. Habituellement, le constructeur de la centrifugeuse indique le degré de déséquilibre admissible. Il est préférable de conserver le centre de gravité du spécimen au même endroit pour toutes les orientations d'essai afin d'éviter le rééquilibrage.

A.6 Place des accéléromètres

Il convient que la conception du bâti de fixation prévoie l'emplacement d'accéléromètres aux positions requises par les essais concernés. On peut les fixer de différentes manières, habituellement recommandées par le constructeur d'accéléromètres, y compris le vissage, l'utilisation de colles spéciales, etc. Il peut parfois être avantageux, dans le cas d'un essai de vibrations, de prévoir la fixation d'accéléromètres supplémentaires pour pouvoir étudier le comportement dynamique du bâti, même si cela n'est pas normalement requis dans les exigences d'essai.

A.7 Vérification du comportement du bâti de fixation

Avant de faire un essai de vibrations, il peut aussi être utile de vérifier que les exigences d'essai peuvent être remplies aux points spécifiés quand le bâti est soit à vide, soit chargé par un spécimen dynamiquement représentatif, ou encore chargé par le véritable spécimen. Dans ce dernier cas, il peut normalement être judicieux de faire la vérification à une amplitude de vibrations plus faible que celle qui sera requise ensuite.

A.5 Balancing

Balancing is generally only a problem in the case of vibration and steady-state acceleration tests but may need to be considered for the shock and bump tests.

A.5.1 Vibration

In the case of vibration, it is necessary to ensure that the centre of gravity of the fixture, when loaded with the specimen, is always kept as low as possible, is nominally on a line which passes through the centre of gravity of the moving element of the vibration generator and is also perpendicular to the surface of the element. In some instances, it may not be possible to ensure that the centre of gravity of the fixture and specimen is in line with the thrust axis of the vibration generator. This can result in flexural modes, standing wave patterns due to the length of the propagation path and rocking, all of which restrict the usable frequency range and prevent the test requirements being met at the fixing points of the specimen. Thus, it may be necessary to use counter-balancing techniques, although these should be avoided unless found to be essential. As the frequency increases, the specimen, and possibly the fixture, may resonate and, if so, will cause relative movement of the "dynamic centre of gravity" which will continue to move. This situation can be aggravated if counter-balancing techniques have been used and a position is created which currently has no practical solution. This effect can usually be tolerated, but, if not, it may be alleviated by the use of a larger or more powerful vibration generator, provided the test specification requirements can still be met.

Very often, slip-tables are used in conjunction with vibration generators, in particular where the specimen is sensitive to gravity and where complex test fixture design might otherwise be necessary. None the less, problems similar to those mentioned above may be encountered.

A.5.2 Acceleration, steady-state

For steady-state acceleration testing, a centrifuge is normally used, and it is essential to balance the fixture and specimen statically and dynamically in relation to the test apparatus, in order to prevent damage to its bearings. The centrifuge manufacturer will normally state the degree of unbalance permissible. It is preferable to keep the centre of gravity of the specimen in the same place for all test orientations in order to avoid re-balancing.

A.6 Positioning of accelerometers

The design of the test fixture should allow for the attachment of accelerometers at the positions required for the appropriate tests. Attachment can be made in a number of ways, usually recommended by the manufacturer of the accelerometer, and include screwing, the use of special adhesives, etc. It may, on occasion, be advantageous in the case of a vibration test, to allow for the attachment of additional accelerometers in order to explore the dynamic behaviour of the fixture, although this is not normally a requirement of the test specification.

A.7 Performance check of test fixture

Before performing a vibration test, it may also be useful to check that the test requirements can be achieved at the specified points when the fixture is either unloaded, loaded with a dynamically representative specimen or loaded with the real specimen. In this latter case, it would usually be advisable to carry out the check at a lower vibration amplitude than that required subsequently.

Il peut être bon de faire cette vérification dans le cas des autres essais dynamiques auxquels cette norme s'applique.

A.8 Spécimens complexes ou de grande taille

Les termes «complexes» ou «grande taille» sont difficiles à définir. Un bâti conçu pour un matériel peut paraître grand pour un laboratoire qui essaie d'habitude des composants. Ce n'est pas le cas considéré dans cette partie de la norme. Par «grande taille», on entend un ensemble spécimen/bâti qu'un laboratoire d'essai de matériels aura normalement quelque peine à manipuler et qui, par suite de sa masse, de sa taille, de la complexité de ses moyens de fixation ou par suite de la gamme de fréquences spécifiée, requiert une solution qui dépasse actuellement les possibilités technologiques habituelles.

Il y a inévitablement des cas où l'on a besoin de tels bâtis et on constatera alors que les exigences de l'essai ne peuvent être totalement remplies par des moyens classiques parce que le comportement aux résonances du bâti et du spécimen ne peut pas être maîtrisé. Après avoir exploré d'autres techniques, y compris éventuellement la mise en parallèle de générateurs de vibrations, il sera nécessaire, en dernier recours, de se reporter au texte de l'essai pour s'informer de ce qu'il faut faire. En général, la méthode d'essai nécessite dans ces cas de noter la valeur des différents paramètres et d'en faire ensuite l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-47:1999

It may be appropriate to carry out this check in the case of the other dynamic tests covered by this standard.

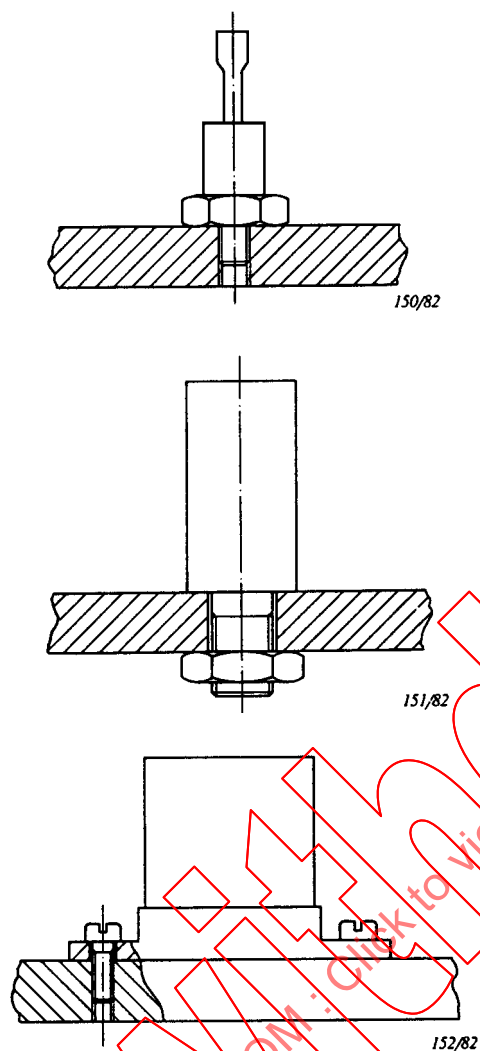
A.8 Large and/or complex specimens

The terms "large" and "complex" are difficult to define. A fixture designed for an item of equipment may be large for a test laboratory normally involved in testing components. This is not the case considered in this part of the standard. "Large" is intended to describe a specimen/fixture combination which an equipment testing laboratory would normally have difficulty in handling and which, because of its mass, physical size, complexity of attachment or the frequency range specified, requires a solution which is currently beyond the engineering state of the art.

There are inevitably occasions when such a fixture is required, and it will be found that the test requirements cannot be fully met by conventional means, because the resonance behaviour of the fixture and the specimen is beyond control. After having explored other techniques, possibly including the use of parallel operation of vibration generators, reference will ultimately need to be made to the text of the test to ascertain what actions need to be taken. Usually the test procedure in such cases requires that the various parameter values achieved are noted and subsequently agreed between the purchaser and the supplier.

Méthodes de fixation

Exemples

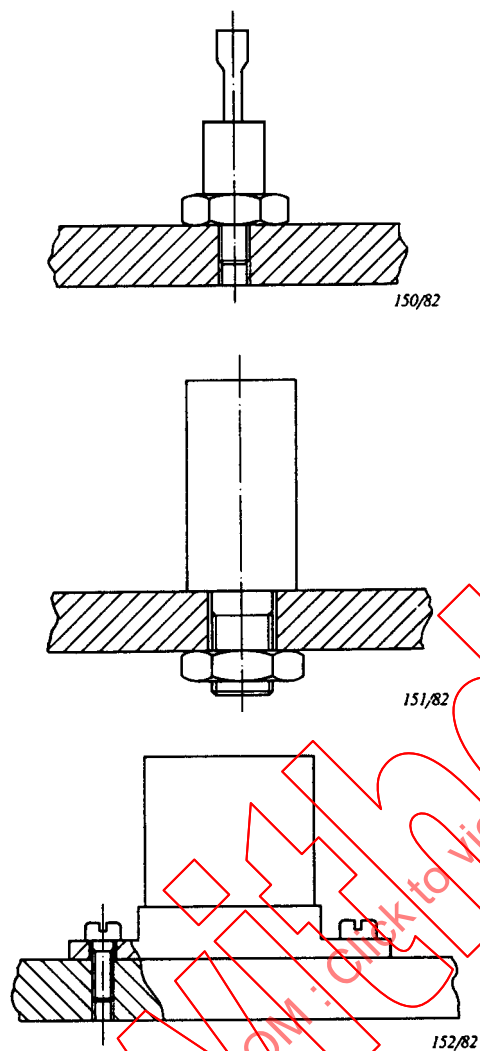


Composants pourvus d'un moyen de fixation évident, par exemple diodes, condensateurs électrolytiques, redresseurs, commutateurs, connecteurs, relais, transformateurs, transistors de puissance

Figure 1 – Exemples de moyens évidents pour la fixation des composants

Methods of mounting

Examples

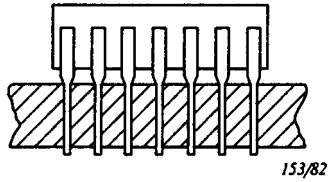


Components provided with obvious means of mounting, for example diodes, electrolytic capacitors, rectifiers, switches, connectors, relays, transformers, power transistors

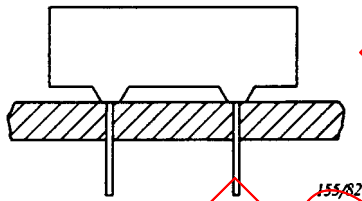
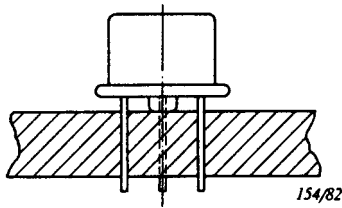
Figure 1 – Examples of obvious means of mounting components

Méthodes de fixation

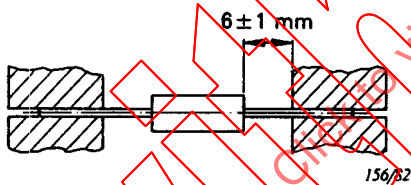
Exemples



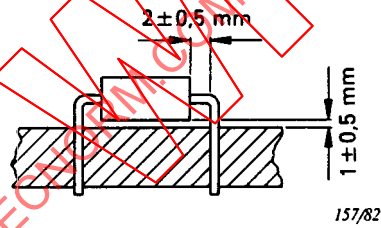
Composants tels que transistors, circuits intégrés, relais et autres, où la distance du corps au bâti est définie par la conception



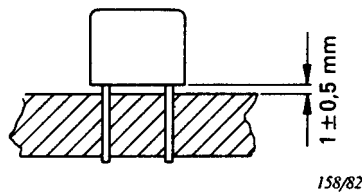
Résistances, condensateurs,



Résistances, condensateurs, inductances, diodes



Résistances, condensateurs, inductances, diodes, transistors

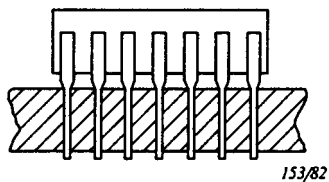


NOTE – Il importe que la spécification particulière précise si le composant est ou non en contact avec la surface de montage.

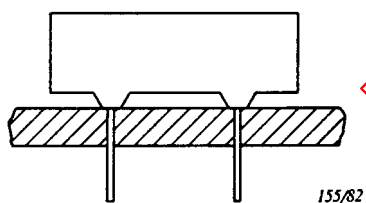
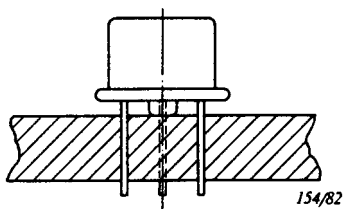
Figure 2 – Exemples de fixation de composants par les sorties seulement

Methods of mounting

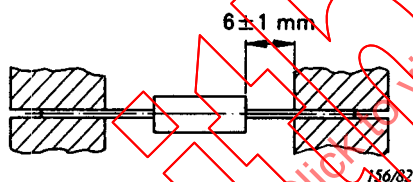
Examples



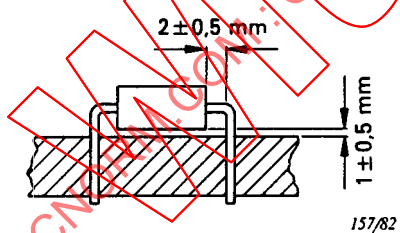
Components such as transistors, integrated circuits, relays and others where the distance to the fixture is limited by design



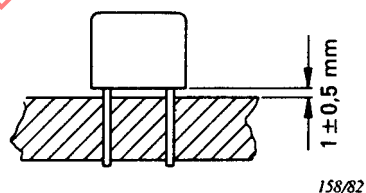
Resistors, capacitors



Resistors, capacitors, inductors, diodes



Resistors, capacitors, inductors, diodes, transistors

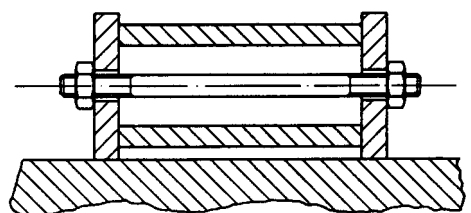


NOTE – It is important that the relevant specification states whether or not the component is in contact with the mounting surface.

Figure 2 – Examples of mounting of components by the leads only

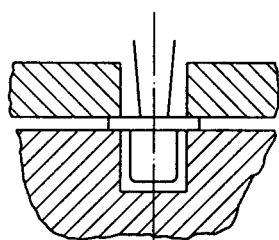
Méthodes de fixation

Exemples



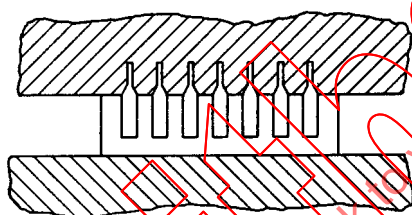
159/82

Composants tubulaires dont le revêtement est fragile, tels que les résistances de grande puissance



160/82

Transistors, diodes



161/82

Circuits intégrés

Figure 3 – Exemples de fixation de composants par le corps seulement

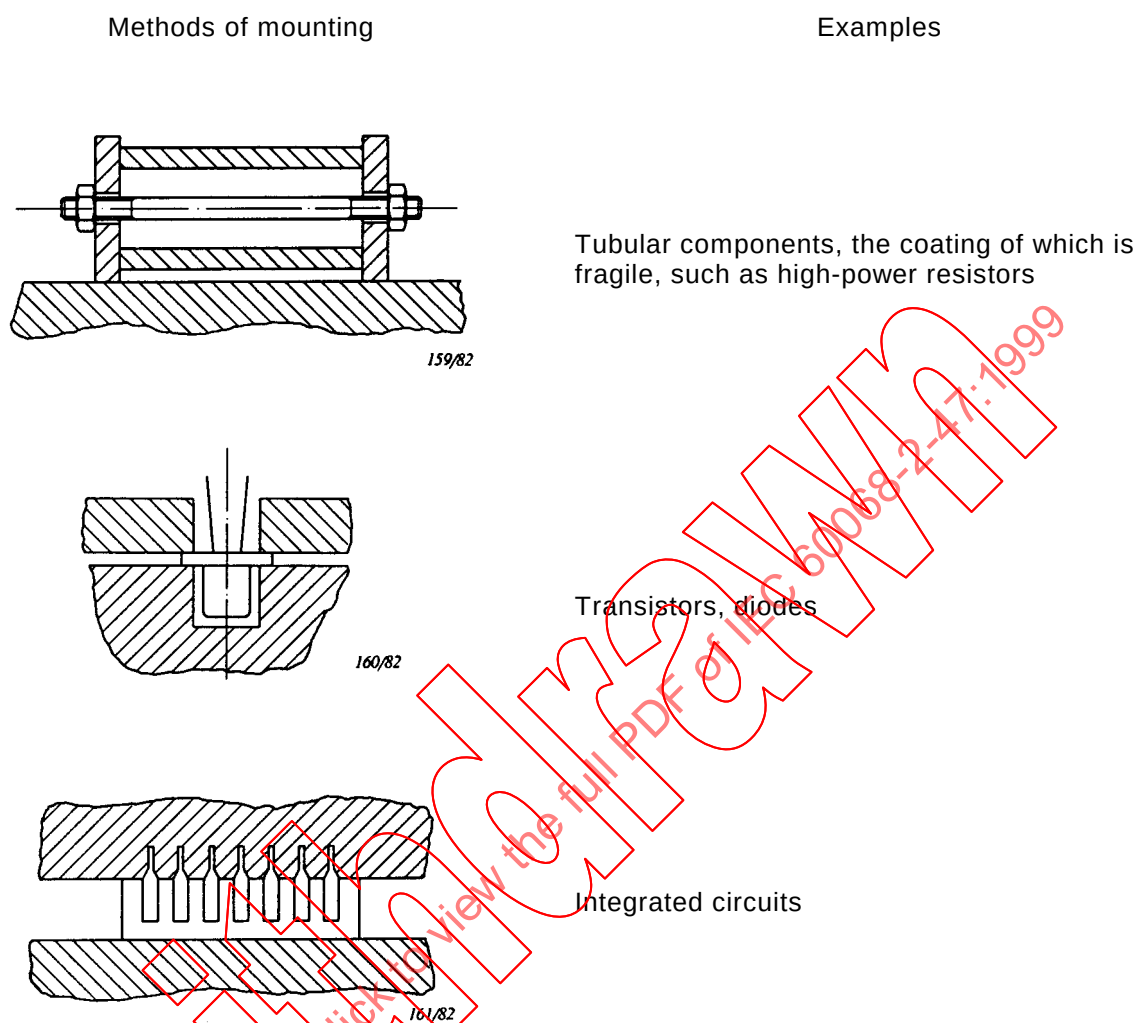
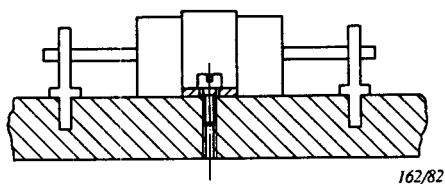


Figure 3 – Examples of mounting of components by the body only

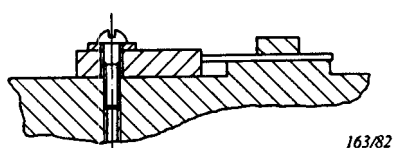
Méthodes de fixation

Exemples



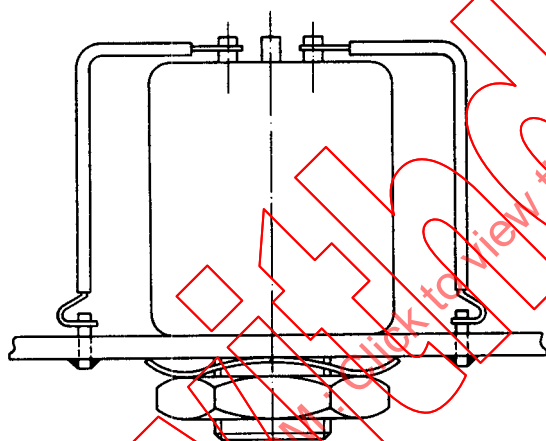
162/82

Condensateurs, relais. Système de bridage supplémentaire, par exemple au moyen d'un collier supplémentaire, nécessaire en raison de la masse ou de la sévérité



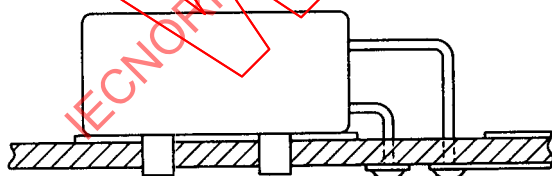
163/82

Transistors fixes sur un dissipateur



164/82

Transformateurs, inductances



165/82

Relais

Figure 4 – Exemples de fixation de composants par le corps et les sorties