

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
255-21-3

Première édition
First edition
1993-09

Relais électriques –

Partie 21:

Essais de vibrations, de chocs, de secousses
et de tenue aux séismes applicables aux relais
de mesure et aux dispositifs de protection –
Section 3: Essais de tenue aux séismes

Electrical relays –

Part 21:

Vibration, shock, bump and seismic tests
on measuring relays and protection equipment –
Section 3: Seismic tests



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 255-21-3: 1993

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
255-21-3

Première édition
First edition
1993-09

Relais électriques –

Partie 21:

Essais de vibrations, de chocs, de secousses
et de tenue aux séismes applicables aux relais
de mesure et aux dispositifs de protection –
Section 3: Essais de tenue aux séismes

Electrical relays –

Part 21:

Vibration, shock, bump and seismic tests
on measuring relays and protection equipment –
Section 3: Seismic tests

© CEI 1993 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 pro-
cédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet	6
2 Références normatives	6
3 Définitions	8
3.1 Essais de tenue aux séismes par balayage sinusoïdal monoaxial	8
3.2 Essai biaxial	8
3.3 Essai de tenue aux séismes biaxial par fréquences multiples aléatoires	10
3.4 Spectre de réponse normalisé	10
3.5 Amortissement	10
3.6 Accélération à période nulle	10
3.7 Spécimen de mouvement aléatoire	10
3.8 Accélérogramme	10
3.9 Partie forte de l'accélérogramme	10
4 Spécifications pour la méthode par balayage sinusoïdal monoaxial (méthode A)	10
4.1 Principaux paramètres	10
4.2 Appareil d'essai et montage	12
4.3 Classes de sévérité d'essai	14
5 Spécifications pour l'essai de tenue aux séismes biaxial par fréquences multiples aléatoires (méthode B)	14
5.1 Principaux paramètres	14
5.2 Appareil d'essai et montage	16
5.3 Classes de sévérité d'essai	18
5.4 Méthodologie d'essai biaxial	18
6 Choix des classes de sévérité d'essai	20
6.1 Recommandations pour le choix des classes d'essai	20
6.2 Identification de la méthode d'essai et de la classe de sévérité d'essai.	20
7 Procédures d'essai	20
8 Critères d'acceptation	22
Figures	
1 Spectre de réponse normalisé multifréquence large bande	24
2 Accélérogramme type	24
3 Courbes d'accélération en fonction de la fréquence, à utiliser pour la méthode d'essai de tenue aux séismes par cycle de balayage monoaxial	26
Annexe A – Critères de choix pour essais de tenue aux séismes	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
3.1 Single axis sine sweep seismic test	9
3.2 Biaxial test	9
3.3 Biaxial multi-frequency random seismic test	11
3.4 Standard response spectrum	11
3.5 Damping	11
3.6 Zero period acceleration	11
3.7 Random motion sample	11
3.8 Time-history	11
3.9 Strong part of the time-history	11
4 Requirements for single axis sine sweep seismic test (method A)	11
4.1 Main parameters	11
4.2 Test apparatus and mounting	13
4.3 Test severity classes	15
5 Requirements for biaxial multi-frequency random seismic test (method B)	15
5.1 Main parameters	15
5.2 Test apparatus and mounting	17
5.3 Test severity classes	19
5.4 Biaxial conditioning	19
6 Selection of test severity classes	21
6.1 Recommendations for selection of test classes	21
6.2 Identification of test method and severity class	21
7 Test procedures	21
8 Criteria for acceptance	23
Figures	
1 Multi-frequency broad-band standard response spectrum shape	25
2 Typical time-history	25
3 Acceleration versus frequency for the single axis sine sweep seismic test	27
Annex A – Seismic tests choice criteria	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RELAIS ÉLECTRIQUES –

**Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses
et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure
et aux dispositifs de protection –
Section 3: Essais de tenue aux séismes**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La Norme internationale CEI 255-21-3 a été établie par le comité d'études 95 de la CEI: Relais de mesure et dispositifs de protection.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote	Amendement au DIS	Rapport de vote
41B(BC)54*	41B(BC)57	41B(BC)58	41B(BC)69

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

* Le sous-comité 41B est devenu le nouveau comité d'études 95.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL RELAYS –

**Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests
on measuring relays and protection equipment –
Section 3: Seismic 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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use 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.

International Standard IEC 255-21-3 has been prepared by IEC technical committee 95: Measuring relays and protection equipment.

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

DIS	Report on Voting	Amendment to DIS	Report on Voting
41B(CO)54*	41B(CO)57	41B(CO)58	41B(CO)69

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

Annex A is for information only.

* Subcommittee 41B has been changed into new technical committee 95.

RELAIS ÉLECTRIQUES –

Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section 3: Essais de tenue aux séismes

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale fait partie d'une série de parties définissant les spécifications concernant les vibrations, les chocs, les secousses et la tenue aux séismes applicables aux relais de mesure électromécaniques ou statiques ainsi qu'aux dispositifs de protection avec ou sans contacts de sortie.

Cette norme comporte deux méthodes possibles d'essai de tenue aux séismes (voir annexe A):

- l'essai par balayage sinusoïdal monoaxial (méthode A) et
- l'essai par fréquences multiples aléatoires biaxial (méthode B).

Pendant la préparation de cette norme, il a été constaté que le nombre de pays en faveur de chacune de ces deux méthodes était à peu près le même. Pour cette raison, les deux méthodes ont été maintenues, aucune des deux n'étant identifiée comme méthode de référence.

Les spécifications de cette norme sont applicables seulement à des relais de mesure et des équipements de protection à l'état neuf.

Les essais spécifiés dans cette norme sont des essais de type.

L'objet de cette norme est de spécifier:

- les définitions des termes utilisés;
- les conditions d'essais;
- les classes normalisées de sévérité d'essai;
- la procédure d'essai;
- les critères d'acceptation.

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 Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ELECTRICAL RELAYS –

Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section 3: Seismic tests

1 Scope and object

This International standard is one of a series of parts specifying the vibration, shock, bump and seismic requirements applicable to electromechanical and static measuring relays and protection equipment, with or without output contacts.

This standard includes two alternative types of seismic tests (see annex A):

- the single axis sine sweep seismic test (method A); and
- the biaxial multi-frequency random seismic test (method B).

During preparation of this standard, it was determined that the number of countries in which the first test method was preferred was about equal to the number of countries in which the second method was preferred. For this reason both methods have been retained, and neither have been identified as reference (or "referee") method.

The requirements of this standard are applicable only to measuring relays and protection equipment in a new condition.

The tests specified in this standard are type tests.

The object of this standard is to state:

- definitions of terms used;
- test conditions;
- standard test severity classes;
- test procedures;
- criteria for acceptance.

2 Normative references

The following normative documents 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 normative documents 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 normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International*

CEI 68-2-6: 1982, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais Fc et guide: Vibrations sinusoïdales*

CEI 68-2-57: 1989, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais Ff: Vibrations – Méthode par accélérogrammes*

CEI 68-3-3: 1991, *Essais d'environnement – Partie 3: Informations de base – Guide: Méthodes d'essais sismiques applicables aux matériels*

CEI 255-21-1: 1988, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section 1: Essais de vibrations (sinusoïdales)*

CEI 255-21-2: 1988, *Relais électriques – Partie 21: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection – Section 2: Essais de chocs et de secousses*

ISO 2041: 1990: *Vibrations et chocs - Vocabulaire*

3 Définitions

Pour les définitions des termes généraux non définis dans la présente norme, il y a lieu de se référer:

- au Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) (CEI 50);
- à la CEI 68-2-6, la CEI 68-2-57 et la CEI 68-3-3;
- aux normes CEI relatives aux relais publiées dans la série CEI 255 et en particulier la CEI 255-21-1 et la CEI 255-21-2;
- à l'ISO 2041.

3.1 Essais de tenue aux séismes par balayage sinusoïdal monoaxial

Essai durant lequel un spécimen est soumis à des balayages de vibrations sinusoïdales successivement selon les trois axes orthogonaux du spécimen en termes de déplacement constant et/ou d'accélération constante dans une plage de fréquences normalisée.

NOTE – Le terme de spécimen inclut tout élément auxiliaire contribuant aux caractéristiques fonctionnelles du relais de mesure ou du dispositif de protection en essai.

3.2 Essai biaxial

Essai durant lequel un spécimen est soumis à des contraintes simultanément selon un axe horizontal et un axe vertical.

IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

IEC 68-2-6: 1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal)*

IEC 68-2-57: 1989, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history method*

IEC 68-3-3: 1991, *Environmental testing – Part 3: Guidance – Seismic test methods for equipments*

IEC 255-21-1: 1988, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section 1: Vibration tests (sinusoidal)*

IEC 255-21-2: 1988, *Electrical relays – Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment – Section 2: Shock and bump tests*

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

3 Definitions

For definitions of general terms not defined in this standard, reference should be made to:

- IEC International Electrotechnical Vocabulary (IEV) (IEC 50)
- IEC 68-2-6, IEC 68-2-57, and IEC 68-3-3;
- IEC relay standards published in the IEC 255 series and in particular IEC 255-21-1 and IEC 255-21-2;
- ISO 2041.

3.1 *Single axis sine sweep seismic test*

A test during which a specimen is submitted to sweeps of sinusoidal vibration in the three orthogonal axes of the specimen in turn, in terms of constant displacement and/or constant acceleration, within a standard frequency range.

NOTE – The term specimen includes any auxiliary part which is an integral functional feature of the measuring relay protection equipment under test.

3.2 *Biaxial test*

A test during which a specimen is submitted to stresses in the horizontal and vertical axes simultaneously.

3.3 *Essai de tenue aux séismes biaxial par fréquences multiples aléatoires*

Essai durant lequel un spécimen est soumis à une séquence aléatoire de contraintes selon un spectre de réponse d'essai qui reproduit le spectre de réponse normalisé par application d'un mouvement biaxial à fréquences multiples.

3.4 *Spectre de réponse normalisé*

Spectre de réponse dont l'enveloppe doit être en accord avec la figure 1 et dont les principaux paramètres sont l'amortissement et l'accélération à période nulle définis ci-après.

3.5 *Amortissement*

Terme générique attribué dans un système aux multiples mécanismes de dissipation d'énergie.

En pratique, l'amortissement dépend de nombreux paramètres tels que la construction, le mode de vibration, la tension, les forces appliquées, la vitesse, les matériaux, les joints de glissement, etc.

3.6 *Accélération à période nulle*

Valeur asymptotique à haute fréquence de l'accélération du spectre de réponse (voir figure 1).

NOTE – L'accélération à période nulle représente en pratique la valeur de la plus grande pointe d'accélération dans un accélérogramme. Cela ne doit pas être confondu avec la valeur crête de l'accélération dans le spectre de réponse.

3.7 *Spécimen de mouvement aléatoire*

Spécimen d'enregistrement d'un mouvement aléatoire adapté en plage de fréquences et amplitude de manière à produire le spectre de réponse requis ou normalisé.

3.8 *Accélérogramme*

Enregistrement de l'accélération, du déplacement ou de la vitesse résultant d'un événement donné, en fonction du temps (voir figure 2).

3.9 *Partie forte de l'accélérogramme*

Partie de l'accélérogramme à partir de laquelle le niveau atteint la première fois 25 % de la valeur maximale jusqu'à l'endroit où le niveau atteint pour la dernière fois cette même valeur (voir figure 2).

4 **Spécifications pour la méthode par balayage sinusoïdal monoaxial (méthode A)**

4.1 *Principaux paramètres*

Les principaux paramètres dans cette méthode sont les suivants:

- plage de fréquences;
- accélération;
- amplitude des déplacements au-dessous de la fréquence de transfert;
- vitesse de balayage et nombre de cycles de balayage.

3.3 *Biaxial multi-frequency random seismic test*

A test during which a specimen is submitted to a random sequence of stresses with a test response spectrum which reproduces the standard response spectrum by a biaxial multi-frequency input motion.

3.4 *Standard response spectrum*

A response spectrum whose shape shall be according to figure 1, and whose main parameters are the damping and the zero period acceleration defined below.

3.5 *Damping*

A generic term ascribed to the numerous energy dissipation mechanisms in a system.

In practice, damping depends on many parameters such as construction, mode of vibration, strain, applied forces, velocity, materials, joint slippage, etc.

3.6 *Zero period acceleration*

High frequency asymptotic value of acceleration of the response spectrum (see figure 1).

NOTE – The zero period acceleration is of practical significance as it represents the largest peak value of acceleration in a time-history. This is not to be confused with the peak value of acceleration in the response spectrum.

3.7 *Random motion sample*

Sample of random motion record modified in frequency range and amplitude so as to produce the required or the standard response spectrum.

3.8 *Time-history*

Recording, as a function of time, of acceleration or displacement or velocity, resulting from a given event (see figure 2).

3.9 *Strong part of the time-history*

The strong part of the time-history is the part of the time-history from the time when the plot first reaches 25 % of the maximum value to the time when it reaches for the last time the 25 % level(see figure 2).

4 **Requirements for single axis sine sweep seismic test (method A)**

4.1 *Main parameters*

The main parameters of the single axis sine sweep seismic test are the following:

- frequency range;
- acceleration;
- displacement amplitude below the cross-over frequency;
- sweep rate and number of sweep cycles.

4.2 *Appareil d'essai et montage*

Les caractéristiques requises pour le générateur de vibrations et le bâti de fixation ainsi que les spécifications de montage sont définies ci-après. Ces caractéristiques s'appliquent, le spécimen étant monté sur le générateur.

4.2.1 *Mouvement fondamental*

Le mouvement fondamental doit être une fonction sinusoïdale du temps et tel que les points de fixations du spécimen se déplacent pratiquement en phase et en suivant les directions rectilignes et parallèles selon un axe spécifié, conformément à 4.2.2 et 4.2.3.

4.2.2 *Mouvement transversal*

L'amplitude de vibration maximale aux points de contrôle selon tout axe perpendiculaire à l'axe spécifié ne doit pas excéder 50 % de l'amplitude spécifiée.

4.2.3 *Distorsion*

La mesure de la distorsion d'accélération doit être faite au point de référence qui doit être déclaré par le constructeur.

La distorsion, telle que définie en 3.9 de la CEI 255-21-1, ne doit pas excéder 25 %. Dans le cas où une valeur de distorsion supérieure à 25 % est obtenue, sa valeur devra être consignée et faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

4.2.4 *Tolérances sur l'amplitude de vibration*

Le déplacement de vibration réel et l'amplitude de l'accélération, selon l'axe requis, au point de référence doivent être ceux spécifiés, avec une tolérance de ± 15 %.

4.2.5 *Tolérances sur la plage de fréquences*

La plage de fréquences doit être égale à celle spécifiée (voir 4.3 et 5.2.4) avec les tolérances suivantes:

$\pm 0,2$ Hz sur la valeur basse 1 Hz;

± 1 Hz sur la valeur haute 35 Hz.

4.2.6 *Balayage*

Le balayage doit être continu et la fréquence doit évoluer de manière exponentielle en fonction du temps.

La vitesse de balayage doit être de 1 octave par min ± 10 %.

4.2.7 *Montage*

Le spécimen doit être fixé sur le générateur de vibrations ou la table de fixation par ses moyens normaux de fixation en service, de sorte que les forces gravitationnelles s'exercent sur lui dans la même direction relative que s'il était en service normal.

La table de fixation doit être de structure rigide pour minimiser l'amplification et les mouvements anormaux dans la plage de fréquences de l'essai.

4.2 *Test apparatus and mounting*

The required characteristics of the vibration generator and fixture, together with the mounting requirements, shall be as follows. The characteristics apply when the specimen is mounted on the generator.

4.2.1 *Basic motion*

The basic motion shall be a sinusoidal function of time, and such that the fixing point of the specimen moves substantially in phase and in straight parallel lines along a specified axis, subject to the requirements of 4.2.2 and 4.2.3.

4.2.2 *Transverse motion*

The maximum vibration amplitude at the check points in any axis perpendicular to the specified axis shall not exceed 50 % of the specified amplitude.

4.2.3 *Distortion*

The acceleration distortion measurement shall be carried out at the reference point, which shall be declared by the manufacturer.

The distortion, as defined in 3.9 of IEC 255-21-1, shall not exceed 25 %. In cases where a distortion value greater than 25 % is obtained, the distortion shall be noted, and agreed between manufacturer and user.

4.2.4 *Vibration amplitude tolerances*

The actual vibration displacement and acceleration amplitude along the required axis of the reference point shall be equal to the specified value, within a tolerance of ± 15 %.

4.2.5 *Frequency range tolerances*

The frequency range shall be equal to the specified values (see 4.3 and 5.2.4) within the following tolerances:

$\pm 0,2$ Hz, for the lower frequency 1 Hz;

± 1 Hz, for the upper frequency 35 Hz.

4.2.6 *Sweep*

The sweeping shall be continuous and the frequency shall change exponentially with time.

The sweep rate shall be 1 octave per min ± 10 %.

4.2.7 *Mounting*

The specimen shall be fastened to the vibration generator or fixture by its normal means of attachment in service so that the gravitational force acts on it in the same relative direction as it would in normal use.

The test fixture shall be rigid structure to minimize amplification and spurious motion within the frequency range of the test.

Durant l'essai, les câbles de connexion du spécimen doivent être disposés de manière à ne pas imposer davantage de contraintes ou de masse qu'ils ne le font quand le spécimen est installé dans sa position de fonctionnement normale.

NOTE – Il convient de s'assurer que le spécimen en essai n'est pas notablement affecté par les champs magnétiques générés par le système de vibration.

4.3 Classes de sévérité d'essai

Le test de tenue aux secousses par balayage sinusoïdal monoaxial comporte trois classes de sévérité d'essai (0, 1, 2) dont les principaux paramètres sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous.

A la classe 0 ne correspond aucun essai de tenue aux séismes selon la méthode par balayage sinusoïdal monoaxial.

La plage de fréquences nominale pour cet essai est de 1 Hz à 35 Hz et la fréquence de transfert de 8 Hz à 9 Hz (voir figure 3).

Tableau 1 – Paramètres d'essai pour la méthode A pour les différentes classes de sévérité

Classe	Déplacement crête au-dessous de la fréquence de transfert mm		Accélération crête au-dessous de la fréquence de transfert g_n		Nombre de cycles de balayage selon chaque axe
	x^*	y^*	x^*	y^*	
0	–	–	–	–	–
1	3,5	1,5	1,0	0,5	1
2	7,5	3,5	2,0	1,0	1

* x = axes de vibration horizontaux.
 y = axe de vibration vertical.

NOTES

- 1 Pour la plage de fréquences de 1 Hz à 35 Hz et une vitesse de balayage de 1 octave par min, un cycle de balayage a une durée d'environ 10 min.
- 2 Lorsque l'on considère les valeurs retenues, on peut remarquer que l'essai par balayage sinusoïdal produit un niveau de sévérité supérieur aux autres méthodes de tenue aux séismes.

5 Spécifications pour l'essai de tenue aux séismes biaxial par fréquences multiples aléatoires (méthode B)

5.1 Principaux paramètres

Les principaux paramètres de l'essai de tenue aux séismes biaxial par fréquences multiples aléatoires sont les suivantes:

During the test, cable connections to the specimen shall be so arranged that they impose no more restraint or mass than they would when the specimen is installed in its operating position.

NOTE – Care should be taken to ensure that the specimen under test is not significantly affected by any magnetic field generated by the vibration system.

4.3 Test severity classes

The single axis sine sweep seismic test includes three different severity classes (0, 1, 2), the main parameters of which are referred to in table 1 below.

When class 0 is declared, no single axis sine sweep seismic test applies.

The nominal frequency range for this test is 1 Hz to 35 Hz and the cross-over frequency is 8 Hz to 9 Hz (see figure 3).

Table 1 – Single axis sine sweep seismic test parameters for different severity classes

Class	Peak displacement below the cross-over frequency mm		Peak acceleration above the cross-over frequency g_n		Number of sweep cycles in each axis
	x^*	y^*	x^*	y^*	
0	–	–	–	–	–
1	3,5	1,5	1,0	0,5	1
2	7,5	3,5	2,0	1,0	1

* x = horizontal axes of vibration.
 y = vertical axis of vibration.

NOTES

- For the frequency range of 1 Hz to 35 Hz and a sweep rate of 1 octave per min, 1 sweep cycle corresponds to a test time of about 10 min.
- When considering the values scheduled it should be taken into consideration that sine sweep seismic test wave produces a higher severity level than other seismic test methods.

5 Requirements for biaxial multi-frequency random seismic test (method B)

5.1 Main parameters

The main parameters of the biaxial multi-frequency random seismic test are the following:

- plage de fréquences;
- spectre de réponse en fréquence;
- accélération à période nulle;
- nombre et durée des accélérogrammes;
- amortissement.

Dans cette norme, une valeur d'amortissement de 5 % est adoptée comme valeur normalisée (voir annexe A).

5.2 *Appareil d'essai et montage*

Les caractéristiques requises pour le générateur de vibrations et la fixation, ainsi que les spécifications de montage sont définies ci-après. Ces caractéristiques s'appliquent lorsque le spécimen est monté sur le générateur.

5.2.1 *Mouvement fondamental*

L'accélérogramme utilisé peut être obtenu à partir de la composition synthétisée du spectre de réponse normalisé à large bande multifréquence (voir figure 1) dans le domaine de fréquences normalisé.

L'accélérogramme synthétisé devra être réalisé avec une résolution d'au moins 1/6 octave.

5.2.2 *Mouvement transversal*

L'amplitude de la valeur crête de l'accélération ou du déplacement aux points de contrôle selon tout axe perpendiculaire à l'axe spécifié ne doit pas excéder 25 % de la valeur crête spécifiée dans l'accélérogramme. Les valeurs enregistrées n'ont à couvrir que la plage de fréquences normalisée.

5.2.3 *Tolérances sur le spectre de réponse normalisé*

La zone de tolérance admissible pour le spectre de réponse normalisé s'étend de 0 à 50 %.

NOTE – Si un faible pourcentage de points individuels du spectre de réponse d'essai se trouve hors de cette zone, l'essai peut être néanmoins acceptable et les valeurs de ces points doivent être incluses dans le rapport d'essai.

Le spectre de réponse d'essai doit être contrôlé par bandes de largeur inférieures ou égales à 1/6 octave.

5.2.4 *Plage de fréquences*

Le signal du point de référence ne doit contenir aucune fréquence supérieure à celles de la plage d'essai, excepté celles induites par les installations d'essai et le spécimen.

La valeur maximale du signal hors de la plage de fréquences d'essai introduite par les installations d'essai sans le spécimen ne doit pas excéder 20 % de la valeur maximale du signal spécifié au point de référence. Si cette condition ne peut être satisfaite, les valeurs obtenues devront être incluses dans le rapport d'essai.

- frequency range;
- standard response spectrum;
- zero period acceleration;
- number and duration of time-histories;
- damping.

In this standard, a damping value of 5 % is assumed as the standard value of damping (see annex A).

5.2 *Test apparatus and mounting*

The required characteristics of the test generator and fixture, together with the mounting requirements shall be as follows. The characteristics apply when the specimen is mounted on the generator.

5.2.1 *Basic motion*

The time-history used can be obtained from a synthesized composition of multi-frequency broad-band standard response spectrum (see figure 1) within the nominal frequency range.

The synthesized time-history shall be generated with a resolution of at least 1/6 octave bands.

5.2.2 *Transverse motion*

The maximum peak value of acceleration or displacement at the check points in any axis perpendicular to the specified axis shall not exceed 25 % of the specified peak value in the time-history. The recorded measurements need only cover the nominal frequency range.

5.2.3 *Tolerance zone for the standard response spectrum*

The tolerance zone to be applied to the standard response spectrum shall be in a range of 0 to +50 %.

NOTE – If a small proportion of the individual points on the test response spectrum lies outside this zone, the test may still be acceptable and the values for these points should be reported in the test report.

The test response spectrum shall be checked at least in 1/6 octave bands.

5.2.4 *Frequency range*

The signal from the reference point shall not contain any frequency higher than the test range, except those induced by the test facilities and specimen.

The maximum value of the signal outside the test frequency range induced by the test facilities without specimen shall not exceed 20 % of the maximum value of the specified signal from the reference point. If the above values cannot be achieved, the values obtained shall be reported in the test report.

Les fréquences hors de la plage de fréquences ne seront pas prises en compte pour l'évaluation du spectre de réponse d'essai.

La plage de fréquences normalisée pour cet essai est de 1 Hz à 35 Hz.

5.2.5 Montage

Selon les spécifications de 4.2.7 pour l'essai de balayage sinusoïdal monoaxial.

5.3 Classes de sévérité d'essai

L'essai de tenue aux séismes biaxial par fréquences multiples aléatoires comporte trois classes de sévérité d'essai (0, 1, 2) dont les principaux paramètres sont présentés dans le tableau 2 ci-après.

A la classe 0 ne correspond aucun essai de tenue aux séismes selon la méthode d'essai biaxial par fréquences multiples aléatoires.

Tableau 2 – Paramètres de l'essai de tenue aux séismes par fréquences multiples aléatoires biaxial pour les différentes classes de sévérité

Classe	Période d'accélération nulle		Nombre d'accélérogrammes selon chaque axe
	Horizontal g_n	Vertical g_n	
0	–	–	–
1	1,0	0,5	1 *
2	2,0	1,0	1 *

* Le nombre résultant d'accélérogrammes sera de 8, voir 5.4 et 7.2.

5.3.1 Accélérogramme utilisé pour l'essai

L'accélérogramme doit avoir une durée de 20 s avec une tolérance de ± 5 s.

La partie forte de l'accélérogramme doit représenter 50 % de la durée totale avec une tolérance de ± 10 %.

5.3.2 Application des accélérogrammes

L'application de chaque accélérogramme doit être suivi d'un arrêt d'au moins 60 s.

5.4 Méthodologie d'essai biaxial

Pour chaque série d'essais, les deux accélérogrammes sont appliqués simultanément selon les axes horizontal et vertical du spécimen. Si les deux accélérogrammes ne sont pas indépendants, chaque essai devra être effectué une première fois avec un angle de phase relatif de 0° et une seconde fois avec un angle de 180° .

Frequencies outside the frequency range shall not be taken into account when evaluating the test response spectrum.

The nominal frequency range for this test is 1 Hz to 35 Hz.

5.2.5 Mounting

As specified in 4.2.7 for the single axis sine sweep seismic test.

5.3 Test severity classes

The biaxial multi-frequency random seismic test includes three different severity classes (0, 1, 2), the main parameters of which are referred to in table 2 below.

When class 0 is declared, no biaxial multi-frequency random seismic test applies.

Table 2 – Biaxial multi-frequency random seismic test parameters for different severity classes

Class	Zero period acceleration		Number of time-histories in each axis
	Horizontal g_n	Vertical g_n	
0	–	–	–
1	1,0	0,5	1 *
2	2,0	1,0	1 *

* The resulting number of time-histories will be 8, see 5.4 and 7.2.

5.3.1 Time-history used for the test

The time-history shall have a duration of 20 s within a tolerance of ± 5 s.

The strong part of the time-history shall have a duration of 50 % of the total duration, within a tolerance of ± 10 %.

5.3.2 Application of time-histories

The application of each time-history shall be followed by a pause of a minimum of 60 s.

5.4 Biaxial conditioning

For each series of tests, the two time-histories are applied simultaneously along the horizontal and vertical axes of the specimen. If the time-histories are not independent, each test shall be repeated with firstly a relative phase angle of 0° , and secondly 180° .

NOTE – Il est possible d'utiliser une installation à un seul axe mais les mouvements selon les deux axes seront alors toujours dépendants. Le spectre de réponse d'essai selon chaque axe sera alors ajusté pour envelopper le spectre de réponse requis sur cet axe.

6 Choix des classes de sévérité d'essai

6.1 Recommandations pour le choix des classes d'essai

La sévérité d'essai est classifiée en fonction de la capacité d'un relais de mesure ou un dispositif de protection à supporter sans anomalie de fonctionnement les contraintes mécaniques telles qu'elles peuvent se présenter dans des régions à séismes. Elle devra être en conformité avec le tableau 3 ci-après qui s'applique aux deux méthodes d'essai de cette norme.

6.2 Identification de la méthode d'essai et de la classe de sévérité d'essai

Pour respecter cette norme, le constructeur devra annoncer la ou les méthodes d'essai utilisées, et la classe de sévérité appliquée.

Tableau 3 – Guide de choix de la classe de sévérité

Classe	Applications types
0	Relais de mesure et dispositifs de protection pour lesquels il n'y a pas de spécification de tenue aux séismes
1	Relais de mesure et dispositifs de protection pour utilisation normale en centrale de production, postes électriques et installations industrielles
2	Relais de mesure et dispositifs de protection pour lesquels est exigée une très grande marge de sécurité en fonctionnement ou qui sont installés où un niveau de tenue aux séismes peut être très élevé.

7 Procédures d'essai

7.1 Les amplitudes du déplacement et d'accélération des vibrations doivent être mesurées au point de référence, lequel doit être déclaré par le constructeur.

NOTE – Si la taille du spécimen rend impossible sa soumission aux essais comme un tout, il peut être essayé par sous-ensembles fonctionnels par agrément entre constructeur et utilisateur.

7.2 Les essais doivent être pratiqués sur un relais de mesure ou un dispositif de protection sous les conditions de référence définies par la norme relative au relais correspondante, publiée dans la série CEI 255 et avec les valeurs ci-après des grandeurs d'alimentation (auxiliaire et entrée) et avec les charges appliquées aux circuits appropriés:

- grandeur d'alimentation auxiliaire: valeur(s) nominale(s);
- charge des circuits de sortie: sans charge, à l'exception du dispositif de contrôle ou bien selon les déclarations du constructeur;

NOTE – Conditioning may be carried out in a single axis installation but the movements along the two axes will always be dependent. The test response spectrum for each axis should be adjusted to envelop the required response spectrum in that axis.

6 Selection of test severity classes

6.1 Recommendations for selection of test classes

The test severity is classified with respect to the ability of a measuring relay or protection equipment to withstand without maloperation the mechanical stresses likely to be expected in seismic areas. This shall be in accordance with table 3 below, which applies to both single axis sine sweep and biaxial multi-frequency random seismic tests.

6.2 Identification of test method and severity class

In claiming compliance with this standard, the manufacturer shall state the test method (or methods) used, and the relevant severity class.

Table 3 – Guide for the selection of test severity class

Class	Typical application
0	Measuring relays and protection equipment for which there are no seismic requirements
1	Measuring relays and protection equipment for normal use in power plant, substations, and industrial plants
2	Measuring relays and protection equipment for which a very high margin of security in service is required, or where the seismic shock level may be very high

7 Test procedures

7.1 The vibration displacement and acceleration amplitudes shall be measured at the reference point, which shall be declared by the manufacturer.

NOTE – If the size of a specimen makes it impracticable to test it as a whole, it may be tested as functional subunits as agreed between manufacturer and user.

7.2 The tests shall be carried out on a measuring relay or protection equipment under reference conditions stated in the relevant relay standard, published in the IEC 255 series, and with the following values of energizing quantities (auxiliary and input) and loading applied to the appropriate circuits:

- auxiliary energizing quantity(ies): rated value(s);
- output circuit loadings: no loading except the monitoring device or loading as declared by the manufacturer;

- grandeur(s) d'alimentation d'entrée: valeurs égales à la valeur de fonctionnement de la grandeur caractéristique diminuée ou augmentée d'une valeur égale à la variation déclarée par le constructeur pour ne pas avoir de défaut de fonctionnement dû aux contraintes de séisme. Voir les points a) et b) suivants:

- a) la valeur de la grandeur caractéristique appliquée doit être inférieure à la valeur de fonctionnement pour un relais de mesure ou un dispositif de protection à maximum (supérieure pour des dispositifs de mesure à minimum). Le relais ne doit pas fonctionner;
- b) la valeur de la grandeur caractéristique appliquée doit être supérieure à la valeur de fonctionnement pour un relais de mesure ou un dispositif de protection à maximum (inférieure pour des dispositifs de mesure à minimum). Le relais ne doit pas dégager.

Avant les essais, la ou les valeurs de fonctionnement du relais de mesure ou du dispositif de protection doivent être mesurées dans les conditions de référence.

7.3 Durant les essais, le relais de mesure ou le dispositif de protection doit avoir son ou ses seuils de fonctionnement réglés à leur plus grande sensibilité.

Par agrément entre constructeur et utilisateur, les relais de mesure et les dispositifs de protection peuvent être classifiés pour des valeurs de seuil de fonctionnement différentes.

NOTE - Lors de l'essai d'un dispositif de protection qui possède plusieurs fonctions de mesure, l'essai peut être effectué en ne contrôlant que la fonction la plus sensible aux séismes, si elle est connue.

7.4 Pendant les essais, l'état des circuits de sortie (voir 8.1) doit être déterminé à l'aide d'un dispositif qui mesure la durée des changements d'état éventuels du circuit de sortie. Le circuit de mesure de temps de ce dispositif de contrôle doit avoir un temps de dégagement inférieur ou égal à 0,2 ms afin d'éviter qu'il ne réponde sous l'effet de l'intégration d'une succession de changements d'états de courte durée du circuit de sortie, le contact par exemple.

7.5 Le relais de mesure ou le dispositif de protection doit être essayé avec son couvercle en position s'il existe et avec tout blocage pour le transport enlevé.

7.6 Les effets des contraintes de séisme sur le spécimen en essai doivent être contrôlés pendant et après les essais.

8 Critères d'acceptation

8.1 Durant les essais, le relais de mesure ou le dispositif de protection ne doit pas mal fonctionner. Il est considéré ne pas avoir mal fonctionné si ses circuits de sortie n'ont pas changé d'état pendant plus de 2 ms.

8.2 L'essai peut provoquer des changements d'état définitifs des drapeaux ou des autres types d'indicateurs.

8.3 Après l'essai, le relais de mesure ou le dispositif de protection doit encore satisfaire à la spécification de performances le concernant et ses seuils ne doivent pas avoir changé de plus de 1,0 fois l'erreur assignée. Il ne doit, d'autre part, pas avoir subi de détérioration mécanique.

– input energizing quantity(ies): values equal to the operate value of the characteristic quantity plus and minus the manufacturer's declared variation for no maloperation due to seismic stresses, see items a) and b) below:

- a) the value of the characteristic quantity shall be below the operate value for maximum measuring relay or protection equipment (above for minimum measuring devices). The relay shall not operate;
- b) the value of the characteristic quantity shall be above the operate value for maximum measuring relay or protection equipment (below for minimum measuring devices). The relay shall not release.

Prior to the tests, the operate value(s) of measuring relays or protection equipment shall be measured under reference conditions.

7.3 During the tests, the measuring relay or protection equipment shall have its operate value(s) set at their highest sensitivity.

By agreement between manufacturer and user, measuring relays and protection equipment may be classified at other settings.

NOTE – When testing protection equipment which includes several measuring functions, the tests may be carried out to check only the most sensitive function to seismic stresses, if known.

7.4 During the tests, the state of the output circuits (see 8.1) shall be determined by a monitoring device which measures the duration of the output circuit change of state, if any. The time-measuring circuit of this monitoring device shall have a reset time of 0,2 ms, or less, in order to prevent it from responding to the integrated effect of a number of short-duration changes of state of the output circuit, e.g. contact.

7.5 The measuring relay or protection equipment shall be tested in its case with the cover, if any, in position, and any transportation restraints removed.

7.6 The effects of the seismic stresses on the specimen under test shall be checked during and after the tests.

8 Criteria for acceptance

8.1 During the tests, the measuring relay or protection equipment shall not maloperate. It is considered not to have maloperated if its output circuit(s) has not changed its normal state(s) for more than 2 ms.

8.2 The tests may cause flags, or other forms of indications, to change their state permanently.

8.3 After the tests, the measuring relay or protection equipment shall still comply with the relevant performance specification and shall not have changed its setting by more than 1,0 times the assigned error, nor have suffered mechanical damage.