

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

**Environmental testing –  
Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock**

**Essais d'environnement –  
Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland  
Email: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

### About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

### A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

### A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: [www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut-f.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm)

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: [www.iec.ch/webstore/custserv/custserv\\_entry-f.htm](http://www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60068-2-27

Edition 4.0 2008-02

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

**Environmental testing –  
Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock**

**Essais d'environnement –  
Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

W

ICS 19.040

ISBN 2-8318-9628-2

## CONTENTS

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                                                                                                | 4  |
| INTRODUCTION.....                                                                                                                                            | 6  |
| 1 Scope.....                                                                                                                                                 | 7  |
| 2 Normative references.....                                                                                                                                  | 7  |
| 3 Terms and definitions .....                                                                                                                                | 8  |
| 4 Description of test apparatus .....                                                                                                                        | 9  |
| 4.1 Required characteristics .....                                                                                                                           | 9  |
| 4.2 Measuring system.....                                                                                                                                    | 11 |
| 4.3 Mounting .....                                                                                                                                           | 12 |
| 5 Severities .....                                                                                                                                           | 13 |
| 6 Preconditioning.....                                                                                                                                       | 14 |
| 7 Initial measurements and functional performance test .....                                                                                                 | 15 |
| 8 Testing .....                                                                                                                                              | 15 |
| 9 Recovery .....                                                                                                                                             | 15 |
| 10 Final measurements .....                                                                                                                                  | 15 |
| 11 Information to be given in the relevant specification.....                                                                                                | 15 |
| 12 Information to be given in the test report .....                                                                                                          | 16 |
| Annex A (normative) Selection and application of pulse shapes – Guidance.....                                                                                | 17 |
| Annex B (informative) Shock response spectra and other characteristics of pulse shapes.....                                                                  | 27 |
| Annex C (informative) Comparison between impact tests.....                                                                                                   | 36 |
| Bibliography .....                                                                                                                                           | 37 |
| Figure 1 – Pulse shape and limits of tolerance for half-sine pulse .....                                                                                     | 10 |
| Figure 2 – Pulse shape and limits of tolerance for final-peak saw-tooth pulse.....                                                                           | 10 |
| Figure 3 – Pulse shape and limits of tolerance for trapezoidal pulse.....                                                                                    | 11 |
| Figure 4 – Frequency characteristics of the overall measuring system .....                                                                                   | 12 |
| Figure A.1 – Shock response spectrum of a symmetrical half-sine pulse.....                                                                                   | 19 |
| Figure A.2 – Shock response spectrum of a final-peak saw-tooth pulse .....                                                                                   | 20 |
| Figure A.3 – Shock response spectrum of a symmetrical trapezoidal pulse .....                                                                                | 21 |
| Figure B.1 – Framework or box containing oscillatory systems of which $f_1$ , $f_2$ and $f_3$ are examples of resonance frequencies .....                    | 27 |
| Figure B.2a – Exciting pulse .....                                                                                                                           | 29 |
| Figure B.2b – Responses for $f_1$ , $f_2$ and $f_3$ .....                                                                                                    | 29 |
| Figure B.2c – Spectra which result from an infinite number of frequencies, with $f_1$ , $f_2$ and $f_3$ shown as finite points on the continuous curves..... | 29 |
| Figure B.2 – Shock response spectrum concept .....                                                                                                           | 29 |
| Figure B.3 – Framework containing damped multi-degree-of-freedom system .....                                                                                | 31 |
| Figure B.4 – Shock response spectrum of a half-sine pulse with ripple.....                                                                                   | 33 |

Figure B.5 – Spectrum of a final-peak saw-tooth  $300 \text{ m/s}^2$ , 18 ms pulse compared with the spectra of  $200 \text{ m/s}^2$  half-sine pulses with durations between 3 ms and 20 ms ..... 35

Table 1 – Severities for shock testing ..... 14

Table A.1 – Examples of pulse shapes and test severities typically employed for various applications..... 23

Table A.2 – Examples of severities typically employed for various applications ..... 24

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## ENVIRONMENTAL TESTING –

## Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60068-2-27 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test

This fourth edition cancels and replaces the third edition, published in 1987, and includes the merging of IEC 60068-2-29, second edition (1987). It constitutes a technical revision.

The major changes with regard to the previous edition concern:

- the merging of IEC 60068-2-29 into this edition of IEC 60068-2-27; Part 2-29 will be withdrawn as soon as this edition is published;
- the introduction of soft packaged specimens as defined in the IEC ad hoc working group document agreed in Stockholm:2000.

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

|              |                  |
|--------------|------------------|
| FDIS         | Report on voting |
| 104/448/FDIS | 104/457/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 2.

It has the status of a basic safety publication in accordance with IEC Guide 104.

This standard is to be used in conjunction with IEC 60068-1.

A list of all the parts in the IEC 60068 series, under the general title *Environmental testing*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

## INTRODUCTION

This part of IEC 60068 deals with components, equipments and other electrotechnical products, hereinafter referred to as “specimens”, which, during transportation, storage and handling, or in use, may be subjected either to conditions involving relatively infrequent non-repetitive or repetitive shocks. The shock test may also be used as a means of establishing the satisfactory design of a specimen in so far as its structural integrity is concerned and as a means of quality control. It consists of subjecting a specimen either to non-repetitive or repetitive shocks of standard pulse shapes with specified peak acceleration and duration.

Specification writers will find a list of details to be considered for inclusion in specifications in Clause 11. The necessary guidance is given in Annex A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

## ENVIRONMENTAL TESTING –

### Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock

#### 1 Scope

This part of IEC 60068 provides a standard procedure for determining the ability of a specimen to withstand specified severities of non-repetitive or repetitive shocks.

The purpose of this test is to reveal mechanical weakness and/or degradation in specified performances, or accumulated damage or degradation caused by shocks. In conjunction with the relevant specification, this may be used in some cases to determine the structural integrity of specimens or as a means of quality control (see Clause A.2).

This test is primarily intended for unpackaged specimens and for items in their transport case when the latter may be considered to be part of the specimen. If an item is to be tested unpackaged, it is referred to as a test specimen. However, if the item is packaged, then the item itself is referred to as a product and the item and its packaging together are referred to as a test specimen. When used in conjunction with IEC 60068-2-47, this standard may be used for testing packaged products. This possibility was included in the 2005 version of IEC 60068-2-47 for the first time.

This standard is written in terms of prescribed pulse shapes. Guidance for the selection and application of these pulses is given in Annex A and the characteristics of the different pulse shapes are discussed in Annex B.

Wherever possible, the test severity and the shape of the shock pulse applied to the specimen should be such as to reproduce the effects of the actual transport or operational environment to which the specimen will be subjected, or to satisfy the design requirements if the object of the test is to assess structural integrity (see Clauses A.2 and A.4).

For the purposes of this test, the specimen is always mounted to the fixture or the table of the shock testing machine during testing.

NOTE The term "shock testing machine" is used throughout this standard, but other means of applying pulse shapes are not excluded.

One of the responsibilities of a technical committee is, wherever applicable, to make use of basic safety publications in the preparation of its publications.

#### 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

IEC 60068-2-47:2005, *Environmental testing – Part 2-47: Tests – Mounting of specimens for vibration, impact and similar dynamic tests*

IEC 60068-2-55, *Environmental testing – Part 2-55: Tests – Test Ee and guidance: Bounce*

IEC 60721-3-1, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 1: Storage*

IEC 60721-3-5, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 5: Ground vehicle installations*

Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

NOTE The terms used are, for the most part, defined in ISO 2041<sup>[1]</sup> or IEC 60068-1. The following additional terms and definitions are also applicable for the purposes of this standard.

#### 3.1

##### **check point**

point located on the fixture, on the table surface of the shock-testing machine or on the specimen as close as possible to the fixing point, and in any case rigidly connected to it

NOTE 1 A number of check points are used as a means of ensuring that the test requirements are satisfied.

NOTE 2 If more than four fixing points exist, the relevant specification should state the number of fixing points to be used as check points.

NOTE 3 In special cases, for example, for large or complex specimens, the check points will be prescribed by the relevant specification if not close to the fixing points.

NOTE 4 Where a large number of small specimens are mounted on one fixture, or in the case of a small specimen where there are a number of fixing points, a single check point (that is the reference point) may be selected for the derivation of the control signal. This signal is then related to the fixture rather than to the fixing points of the specimen(s). This procedure is only valid when the lowest resonance frequency of the loaded fixture is well above the upper frequency of the test.

#### 3.2

##### **fixing point**

part of the specimen in contact with the fixture or the table of the shock-testing machine at a point where the specimen is normally fastened in service

NOTE If a part of the real mounting structure is used as the fixture, the fixing points are taken as those of the mounting structure and not of the specimen.

#### 3.3

##### **$g_n$**

standard acceleration due to the earth's gravity, which itself varies with altitude and geographical latitude

NOTE For the purposes of this standard, the value of  $g_n$  is rounded up to the nearest unity, that is 10 m/s<sup>2</sup>.

#### 3.4

##### **repetition rate**

number of shocks per second

#### 3.5

##### **shock severity**

combination of the peak acceleration, the duration of the nominal pulse and the number of shocks

<sup>1</sup> Figures in square brackets refer to the bibliography.

### 3.6

#### **velocity change**

absolute value of the sudden change of velocity resulting from the application of the specified acceleration

NOTE The change of velocity is normally considered sudden if it takes place in a time that is short compared with the fundamental period of the test specimen.

## **4 Description of test apparatus**

### **4.1 Required characteristics**

When the shock-testing machine with or without fixture is loaded with the specimen, the waveform measured at the check point(s) shall consist of a pulse approximating to one of the nominal acceleration against time curves given by the broken lines in Figures 1, 2 and 3.

#### **4.1.1 Basic pulse shapes**

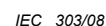
Three types of pulse, namely the half-sine pulse, the final-peak saw-tooth pulse and the trapezoidal pulse, are included in this standard. The choice of pulse shape depends on a number of factors, and the difficulties inherent in making such a choice preclude a preferred order being given in this standard (see Clause A.3).

The specified basic pulse shapes are given below (see Clause A.3):

- half-sine: one half-cycle of a sine wave, as shown in Figure 1;
- final-peak saw-tooth: asymmetrical triangle with short fall time, as shown in Figure 2;
- trapezoidal: symmetrical trapezoid with short rise and fall times, as shown in Figure 3.

The true value of the actual pulse shall be within the limits of tolerance shown by the solid lines in the relevant figure.

NOTE Where it is not practicable to achieve a pulse shape falling within the specified tolerance, the relevant specification should state the alternative procedure to be applied (see Clause A.5).

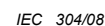


--- nominal pulse  
— limits of tolerance

$T_1$  = minimum time during which the pulse shall be monitored for shocks produced using a conventional shock-testing machine

$T_2$  = minimum time during which the pulse shall be monitored for shocks produced using a vibration generator

**Figure 1 – Pulse shape and limits of tolerance for half-sine pulse**



**Figure 2 – Pulse shape and limits of tolerance for final-peak saw-tooth pulse**

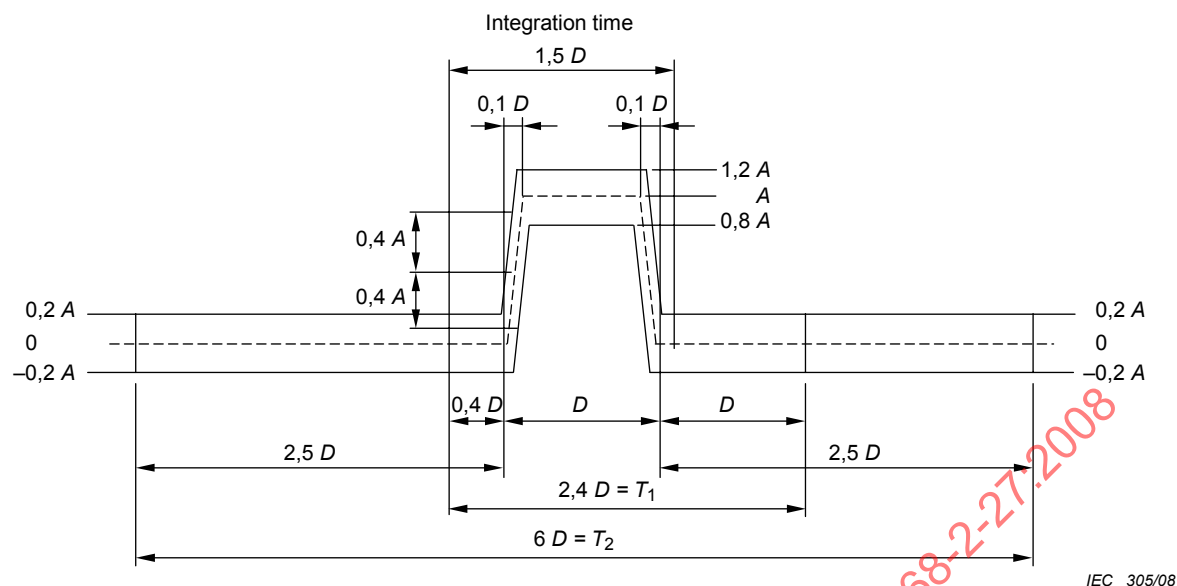


Figure 3 – Pulse shape and limits of tolerance for trapezoidal pulse

#### 4.1.2 Repetition rate

The repetition rate shall be such that the relative motion within the specimen between shocks shall be substantially zero and the value of acceleration at the check point shall be within the limits shown in Figure 1 (see Clause A.7).

NOTE A formula for evaluation of repetition rate is shown in Clause A.7.

#### 4.1.3 Velocity change tolerances

For all pulse shapes, the actual velocity change shall be within  $\pm 15\%$  of the value corresponding to the nominal pulse.

Where the velocity change is determined by integration of the actual acceleration pulse, this shall be effected from  $0.4D$  before the pulse to  $0.1D$  beyond the pulse, where  $D$  is the duration of the nominal pulse.

NOTE If the velocity change tolerance cannot be achieved without the use of elaborate facilities, the relevant specification should state the alternative procedure to be adopted (see Clauses A.5 and A.6).

#### 4.1.4 Cross axis motion

The positive or negative peak acceleration at the check point(s), perpendicular to the intended shock direction, shall not exceed  $30\%$  of the value of the peak acceleration of the nominal pulse in the intended direction, when determined by 4.2.

NOTE If the cross axis motion tolerance cannot be achieved, the relevant specification should state the alternative procedure to be adopted (see Clause A.5).

### 4.2 Measuring system

The characteristics of the measuring system shall be such that it can be determined that the true value of the actual pulse, as measured above, in the intended direction at the checkpoint(s) is within the tolerances required by the Figures 1, 2 and 3.

The requirements of Figure 4 apply to the frequency response of the measuring system without the use of a low-pass filter on the control signal. When a low-pass filter is used, the characteristics of the filter should be such that its cut-off frequency  $f_g$  ( $-3$  dB point) is not lower than:

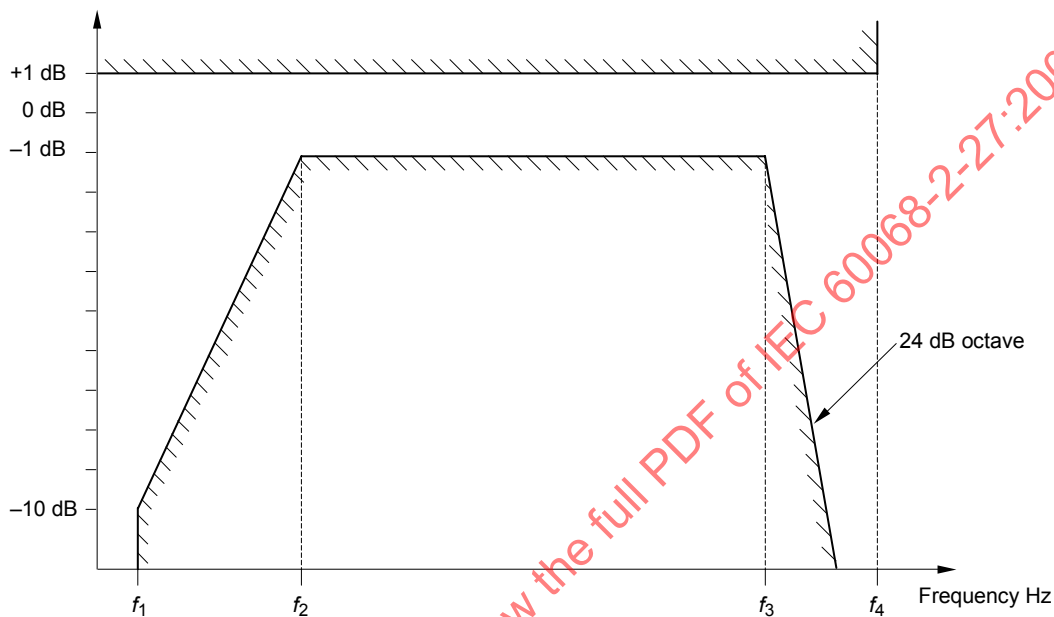
$$f_g = \frac{1,5}{D}$$

where

$f_g$  is the cut-off frequency of a low-pass filter in kHz;

$D$  is the pulse duration in ms.

The frequency response of the overall measuring system, which includes the accelerometer, can have a significant effect on the accuracy and shall be within the limits shown in Figure 4 (see also Clause A.5).



IEC 306/08

| Duration of pulse<br>ms | Low-frequency cut-off<br>Hz |       | High-frequency cut-off<br>kHz | Frequency beyond which the response may rise above +1 dB<br>kHz |
|-------------------------|-----------------------------|-------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                         | $f_1$                       | $f_2$ | $f_3$                         | $f_4$                                                           |
| 0,2 and 0,3             | 20                          | 120   | 20                            | 40                                                              |
| 0,5                     | 10                          | 50    | 15                            | 30                                                              |
| 1                       | 4                           | 20    | 10                            | 20                                                              |
| 2 and 3                 | 2                           | 10    | 5                             | 10                                                              |
| 6                       | 1                           | 4     | 2                             | 4                                                               |
| 11                      | 0,5                         | 2     | 1                             | 2                                                               |
| 16, 18 and 30           | 0,2                         | 1     | 1                             | 2                                                               |

NOTE For shocks of duration equal to or less than 0,5 ms, the value of  $f_3$  and  $f_4$  indicated in Figure 4 may be unnecessarily high. In such instances, the relevant specification should state which alternative values are to be adopted.

**Figure 4 – Frequency characteristics of the overall measuring system**

### 4.3 Mounting

The specimen shall be mounted on the table of the shock-testing machine or fixture in accordance with IEC 60068-2-47.

## 5 Severities

The relevant specification shall prescribe the pulse shape and the shock severity. Shocks shall be applied in all three axes and in both a positive and negative direction, as required by the relevant specification. The effects of gravity shall be considered when considering the attitude of the test. Unless real usage conditions are known or otherwise specified, one of the pulse shapes given in 4.1.1 and a severity shown on the same line in Table 1 shall be used. The preferred combinations are in bold. The corresponding velocity changes are also given in Table 1.

The number of shocks in each direction may be chosen from the following values:

$3 \pm 0$   
 $100 \pm 5$   
 $500 \pm 5$   
 $1\,000 \pm 10$   
 $5\,000 \pm 10$

NOTE If the effects of the known environment on the specimen cannot be reproduced by severities given here, the relevant specification may prescribe an appropriate severity using one of the standard pulse shapes, shown in Figures 1, 2 and 3 (see also Clause A.4).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

**Table 1 – Severities for shock testing**

| Peak acceleration<br>(A) |                | Corresponding duration of the nominal pulse<br>(D) | Half-sine<br>$\Delta V = 2 / \pi AD \times 10^{-3}$ | Final-peak saw-tooth<br>$\Delta V = 0,5 AD \times 10^{-3}$ | Trapezoidal<br>$\Delta V = 0,9 AD \times 10^{-3}$ | Foot-notes |
|--------------------------|----------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------|
| m/s <sup>2</sup>         | g <sub>n</sub> | ms                                                 | m/s                                                 | m/s                                                        | m/s                                               |            |
| 50                       | 5              | 6                                                  | <b>0,2<sup>a</sup></b>                              | 0,2                                                        | 0,3                                               |            |
| 50                       | 5              | 30                                                 | <b>1</b>                                            | 0,8                                                        | 1,4                                               |            |
| 60                       | 6              | 11                                                 | 0,4                                                 | <b>0,3</b>                                                 | 0,6                                               | b          |
| 100                      | 10             | 16                                                 | <b>1</b>                                            | 0,8                                                        | 1,4                                               |            |
| 100                      | 10             | 11                                                 | <b>0,7</b>                                          | 0,6                                                        | 1                                                 | c          |
| 100                      | 10             | 6                                                  | <b>0,4</b>                                          | 0,3                                                        | 0,5                                               |            |
| 150                      | 15             | 6                                                  | <b>0,6</b>                                          | 0,5                                                        | 0,8                                               | c          |
| 150                      | 15             | 11                                                 | <b>1,1</b>                                          | 0,8                                                        | 1,5                                               |            |
| 200                      | 20             | 11                                                 | 1,4                                                 | <b>1,1</b>                                                 | 2                                                 | b          |
| 250                      | 25             | 6                                                  | <b>1</b>                                            | 0,8                                                        | 1,4                                               | c          |
| 300                      | 30             | 6                                                  | 1,1                                                 | 0,9                                                        | 1,6                                               |            |
| 300                      | 30             | 18                                                 | <b>3,4</b>                                          | <b>2,7</b>                                                 | <b>4,9</b>                                        |            |
| 400                      | 40             | 6                                                  | <b>1,5</b>                                          | 1,2                                                        | 2,2                                               | c          |
| 400                      | 40             | 11                                                 | 2,8                                                 | <b>2,2</b>                                                 | 4                                                 |            |
| 500                      | 50             | 3                                                  | 1                                                   | 0,8                                                        | 1,4                                               |            |
| 500                      | 50             | 11                                                 | <b>3,5</b>                                          | <b>2,8</b>                                                 | <b>5</b>                                          |            |
| 800                      | 80             | 6                                                  | <b>3,1</b>                                          | 2,4                                                        | 4,3                                               | c          |
| 1 000                    | 100            | 2                                                  | <b>1,3</b>                                          | 1                                                          | 1,8                                               | c          |
| 1 000                    | 100            | 6                                                  | <b>3,8</b>                                          | <b>3</b>                                                   | <b>5,4</b>                                        |            |
| 1 000                    | 100            | 11                                                 | 7                                                   | 5,5                                                        | 9,9                                               |            |
| 2 000                    | 200            | 3                                                  | 3,8                                                 | 3                                                          | 5,4                                               |            |
| 2 000                    | 200            | 6                                                  | 7,6                                                 | 6                                                          | 10,8                                              |            |
| 5 000                    | 500            | 1                                                  | <b>3,2</b>                                          | 2,5                                                        | 4,5                                               |            |
| 10 000                   | 1 000          | 1                                                  | 6,4                                                 | 5                                                          | 9                                                 |            |
| 15 000                   | 1 500          | 0,5                                                | <b>4,8</b>                                          | 3,8                                                        | 6,8                                               |            |
| 30 000                   | 3 000          | 0,2                                                | 3,8                                                 | 3                                                          | 5,4                                               |            |
| 30 000                   | 3 000          | 0,3                                                | 5,7                                                 | 4,5                                                        | 8,1                                               |            |
| 50 000                   | 5 000          | 0,3                                                | 9,5                                                 | 7,5                                                        | 13,5                                              | d          |
| 100 000                  | 10 000         | 0,2                                                | 12,7                                                | 10                                                         | 18                                                | d          |

<sup>a</sup> Preferred pulse shapes are printed in bold letters.

<sup>b</sup> Recommendations given in RTCA DO 160E/F: 6 g “functional shock”, 3 per direction; 20 g “crash shock”, 1 per direction.

<sup>c</sup> Preferred severities for repetitive shocks.

<sup>d</sup> These shocks may not be achievable within the stringent requirements of this standard.

## 6 Preconditioning

The relevant specification may call for preconditioning.

## 7 Initial measurements and functional performance test

The specimen shall be submitted to visual, dimensional, functional and any other checks as prescribed by the relevant specification.

## 8 Testing

The number of shocks prescribed by the relevant specification shall be applied successively in each direction of three mutually perpendicular axes of the specimen. When testing a number of identical specimens, they may be oriented so that the shocks are applied simultaneously along these three axes (see Clause A.7).

Where the attitude of the specimen, when mounted or transported, is known, and since shocks are generally of greatest significance in one direction of one axis, the relevant specification shall state the specified number of shocks that shall be applied and in which axis, direction and attitude. Otherwise, three axes and two directions shall be tested. For example, usually the highest levels of shock acceleration are along the vertical axis. When the attitude during transportation is known, the shocks should be applied in what will be the vertical axis in the upward direction. Where the attitude is unknown, the specified number of shocks shall be applied in each of the axes prescribed by the relevant specification (see Clause A.7).

The relevant specification shall state whether the specimen shall operate during testing and if any functional monitoring is required.

## 9 Recovery

It is sometimes necessary to provide a period of time after testing and before final measurements to allow the specimen to attain the same conditions, for example of temperature, as existed for the initial measurements. The relevant specification shall then prescribe the conditions for recovery.

## 10 Final measurements

The specimen shall be submitted to the visual, dimensional and functional checks and any others as prescribed by the relevant specification.

The relevant specification shall provide the criteria upon which the acceptance or rejection of the specimen shall be based.

## 11 Information to be given in the relevant specification

When this test is included in a relevant specification, the following details shall be given in so far as they are applicable, paying particular attention to the items marked with an asterisk (\*) as this information is always required.

|                                                        | Clause        |
|--------------------------------------------------------|---------------|
| a) Pulse shape*                                        | 4.1.1 and A.3 |
| b) Tolerances                                          | 4.1.1 and A.5 |
| c) Velocity change                                     | 4.1.3 and A.6 |
| d) Cross axis motion                                   | 4.1.4         |
| e) Excitation axis, testing attitude and testing axes* | 8             |
| f) Method of mounting*                                 | 4.3           |

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| g) Severity*                                 | 5 and A.4 |
| h) Directions and number of shocks*          | 5 and 8   |
| i) Preconditioning                           | 6         |
| j) Initial measurements                      | 7         |
| k) Functional performance test               | 7         |
| l) Operating modes and functional monitoring | 8         |
| m) Recovery                                  | 9         |
| n) Acceptance and rejection criteria*        | 10        |
| o) Final measurements                        | 10        |

## 12 Information to be given in the test report

As a minimum the test report shall show the following information:

1. Customer (name and address)
2. Test laboratory (name and address)
3. Test report identification (date of issue, unique number)
4. Test dates
5. Purpose of the test (development test, qualification)
6. Test standard, edition (relevant test procedure)
7. Test specimen description (unique identity, drawing, photo, quantity, comments on initial status of test specimen, etc.)
8. Mounting of test specimen (fixture identity, drawing, photo excitation axis)
9. Excitation axis (testing attitude and testing axes)
10. Performance of test apparatus (cross motion, etc.)
11. Measuring system, sensor location (description, drawing, photo)
12. Uncertainties of measuring system (calibration data, last and next date)
13. Initial, intermediate or final measurements
14. Required severities (from test specification)
15. Test severities with documentation (measuring points)
16. Test results (comment on status of test specimen)
17. Observations during testing and actions taken
18. Summary of test
19. Test manager (name and signature)
20. Distribution (list of those receiving report)

NOTE A test log should be written, where the test is documented as, for example, a chronological list of test runs with test parameters, observations during testing and actions taken, and data sheets on measurements made. The test log can be attached to the test report.

## **Annex A** (normative)

### **Selection and application of pulse shapes – Guidance**

#### **A.1 Introduction**

The test described in this standard provides a method to represent the effects on a specimen when subjected to transportation or during operation. The test does not necessarily reproduce the real environment.

The parameters given are standardized and suitable tolerances are chosen in order to obtain similar results when a test is carried out at different locations by different people. The standardization of values also enables components to be grouped into categories corresponding to their ability to withstand certain severities given in this standard.

#### **A.2 Applicability of test**

Many specimens are liable to be subjected to shocks during use, storage and handling and transportation. These shocks will be at widely varying levels and will also be of a complex nature.

The shock test provides a convenient method for establishing the ability of a specimen to withstand conditions of both non-repetitive and repetitive shocks. The test is performed on the specimen when mounted to the fixture or table of the shock-testing machine. If the specimen is installed or transported as loose cargo and subjected to repetitive shocks, then the test shall be performed according to IEC 60068-2-55 (see Annex C).

The shock test is also suitable for structural integrity tests on component type specimens for qualification and/or for quality control purposes. It is normal under these circumstances to utilize high acceleration shocks with the main purpose of applying a known force to the internal structure of a specimen, particularly those containing cavities, that is hollow spaces, (see Clause 1).

To ensure that all test information is provided, the specification writer should refer to Clause 11 of this standard.

#### **A.3 Pulse shapes (see Clause 1)**

For test purposes, there are three 'classical' shock pulse shapes which are in general use and any of these may be used (see also 4.1.1 and Table 1).

The half-sine pulse has application when reproducing the effects of a shock resulting from impact with, or retardation by, a linear rate system, for example impact involving a resilient structure.

The final-peak saw-tooth pulse has a more uniform response spectrum than the half-sine and trapezoidal pulse shapes.

The trapezoidal pulse produces a higher response over a wider frequency spectrum than the half-sine pulse. It should be applied when the purpose of the test is to reproduce the effects of shock environments such as the "explosive bolt" phase of a space probe/satellite launch.

NOTE The half-sine pulse shape is the most generally applicable. The trapezoidal pulse shape is not primarily intended for component type specimens.

Information on the shock response spectra associated with these pulses is given in Annex B.

Where the shock response spectrum of the operational/transportation environment is known, reference should be made to Figures A.1, A.2 and A.3 in order to select the shape of the pulse most nearly conforming to it. Where the shock response spectrum of the operational/transportation environment is not known, reference should be made to Tables A.1 and A.2 which list the test severities and pulse shapes applicable to specimens intended for various classes of transportation and operational use.

For packaged items, the shocks encountered during handling and transportation are often of a simple nature which makes it possible to use a half-sine pulse derived from the observed velocity change.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

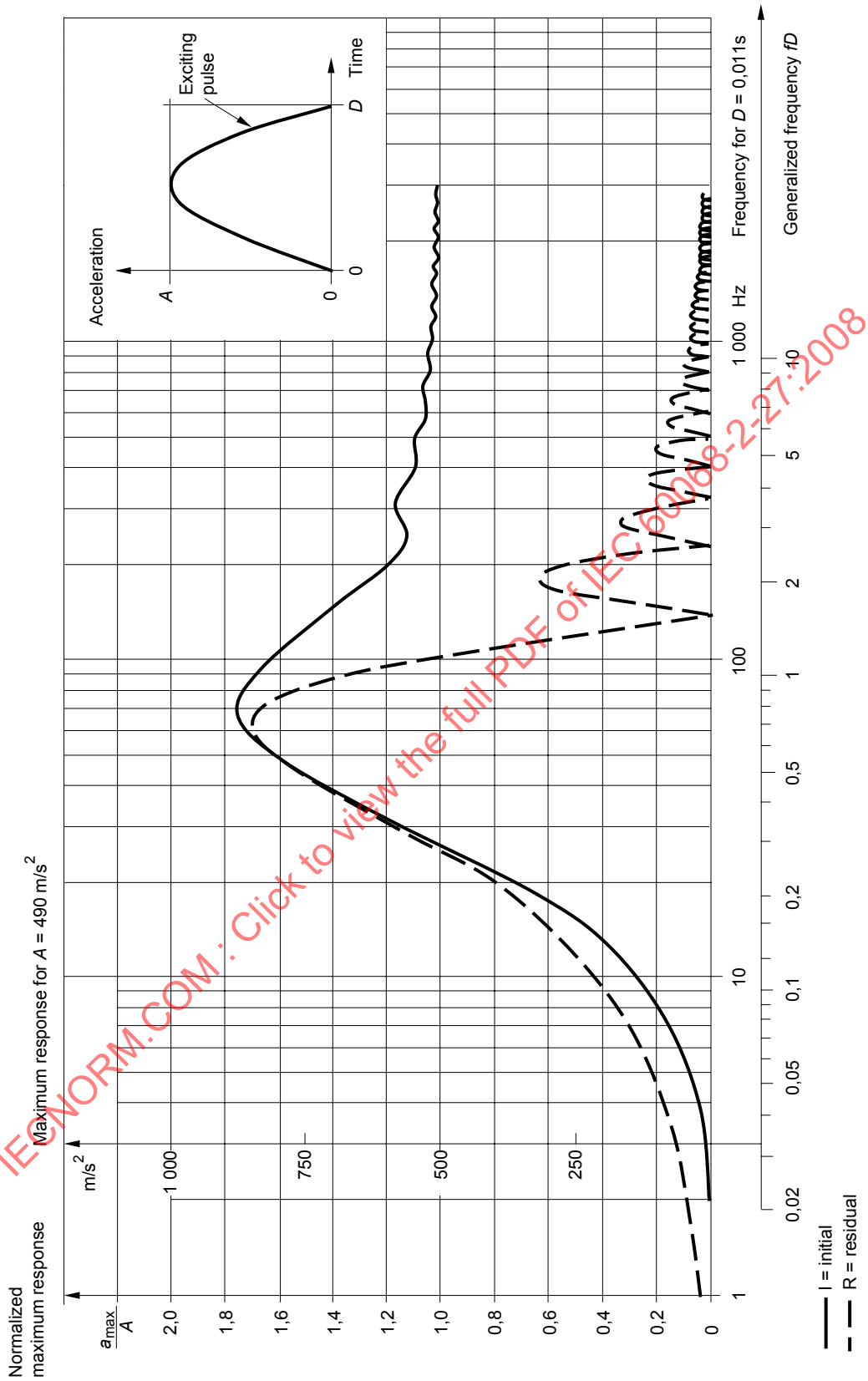


Figure A.1 – Shock response spectrum of a symmetrical half-sine pulse

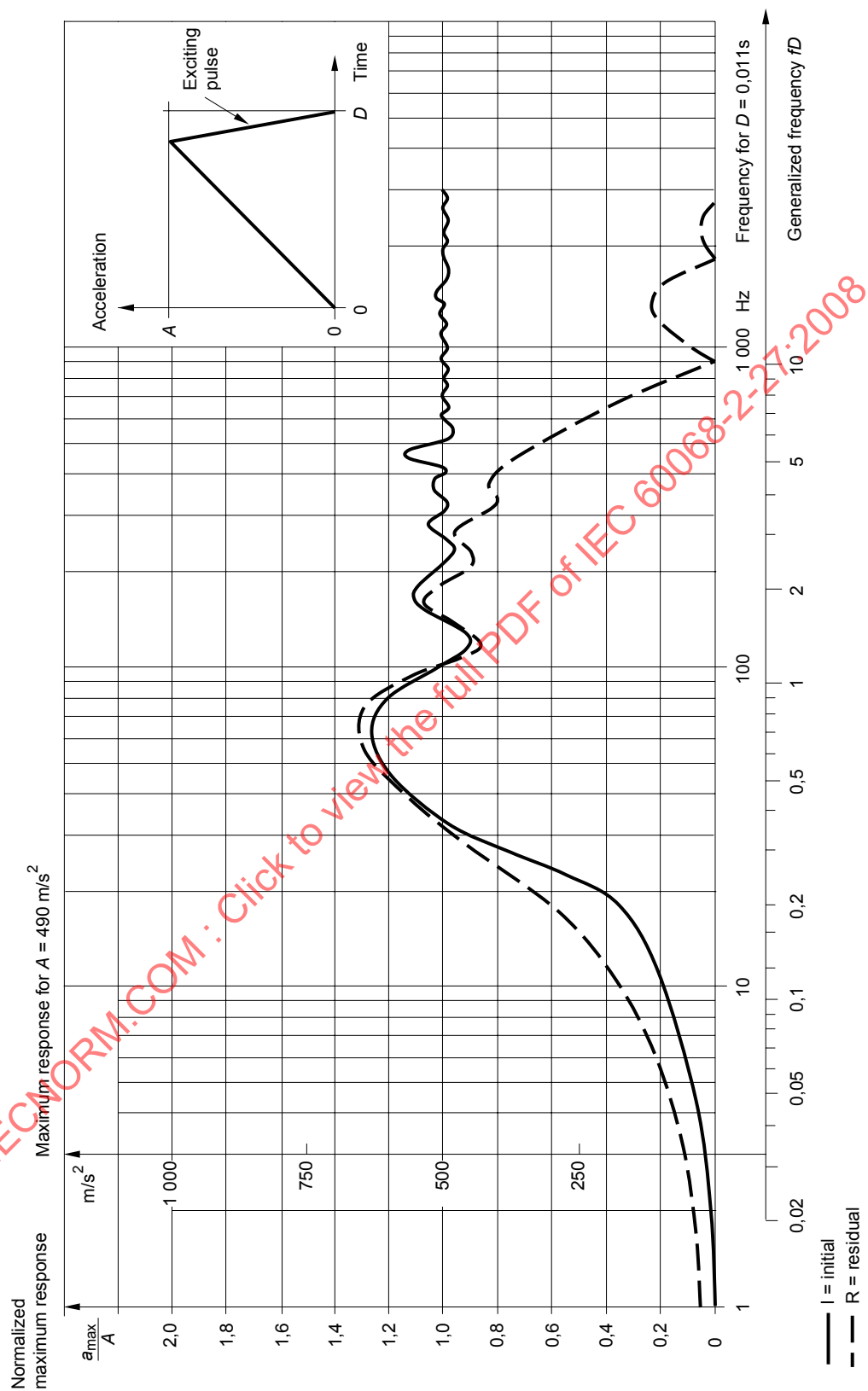


Figure A.2 – Shock response spectrum of a final-peak saw-tooth pulse

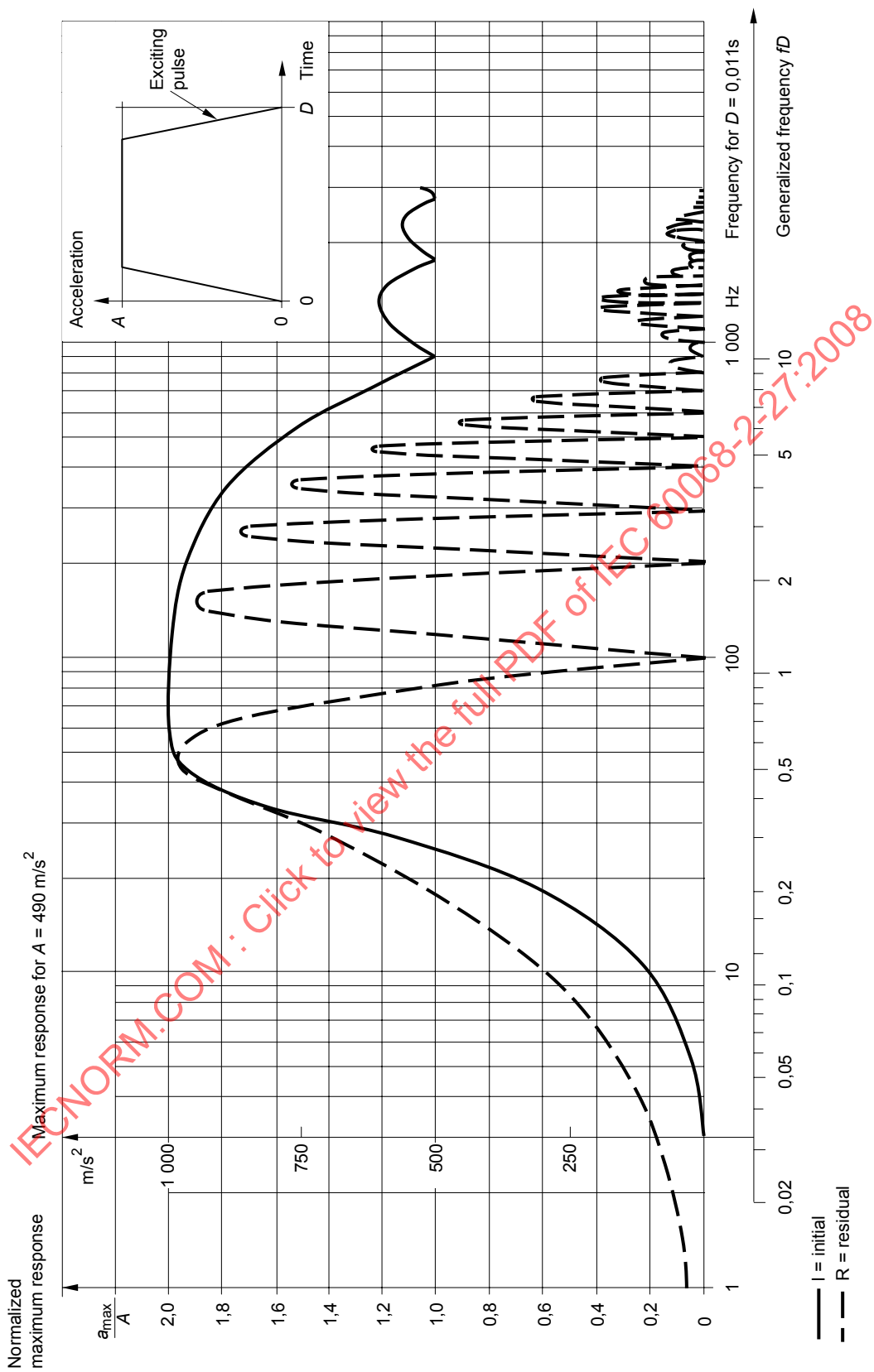


Figure A.3 – Shock response spectrum of a symmetrical trapezoidal pulse

#### A.4 Test severity

Whenever possible, the test severity and the shape of the shock pulse applied to the specimen should be related to the environment to which the specimen will be subjected, during either transportation, storage and handling, or operation, or to the design requirements if the object of the test is to assess structural integrity.

It is often suitable to perform, on the same specimens, a test of non-repeated shocks (three shocks in each axis and in each direction) using higher levels of stress to determine the ability of the specimen to withstand the maximum stress that it may encounter during its normal life.

Also a test of repeated shocks at lower levels of stress may be conducted to determine the ability of the specimen to withstand the repeatedly occurring shocks, maybe during operation, during which the effect of material fatigue may be determined.

The transportation environment is frequently more severe than the operational environment and in these circumstances the test severity chosen may need to be related to the former. However, although the specimen may only need to survive the transportation environment, it will normally be required to function during the operational environment, where appropriate. Therefore, it may be necessary to carry out shock tests under both conditions, with measurements of certain parameters after the “transportation environment” test and functional checks during the “operational environment” test.

Consideration should be given to the possible need to allow an adequate safety margin between the test severity and the conditions of the real environment.

When the real operational or transportation environment is unknown, the appropriate severity should be selected from Table 1 which lists the test severities applicable for various classes of transportation and operational use.

It is emphasized that the shock test is empirical and is basically a robustness test conducted in order to give a measure of confidence. It is not intended to simulate precisely the real environment.

In determining the test severity, the specification writer should take into account the information given in relevant standards in the IEC 60721 series, namely IEC 60721-3-1 and IEC 60721-3-5, remembering that these publications list values of shocks encountered in practice whereas the intention of this standard is to standardize shock pulses for testing that are likely to produce the same effects as real life shocks.

**Table A.1 – Examples of pulse shapes and test severities typically employed for various applications**

NOTE 1 This table lists severities which are not mandatory but are typical for the various applications. It should be remembered that there will be instances where real severities differ from those shown in the table.

NOTE 2 Severities given in Table A.1 relate to test of non-repetitive shocks (three shocks in each axis and in each direction). For test severities of repetitive shocks see Table A.2.

| Severity                                                          |       |          | Pulse shape                                                      | Component use                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Equipment use                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------|-------|----------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Peak acceleration                                                 |       | Duration |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| m/s <sup>2</sup>                                                  | $g_n$ | ms       |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 150                                                               | 15    | 11       | Half-sine<br>Final-peak<br>saw-tooth<br>Trapezoidal              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | General test for robustness, handling and transport<br><br>Land-based items permanently installed or only transported by road, rail or air in secured shock-resistant packages                                                                                                                              |
| 300                                                               | 30    | 18       | Half-sine<br>Final-peak<br>saw-tooth<br>Trapezoidal              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Structural integrity of mountings<br><br>Installed or transported in a secured position on normal road or rail vehicles or in transport aircraft                                                                                                                                                            |
| 500                                                               | 50    | 11       | Half-sine<br>Final-peak<br>saw-tooth<br>Trapezoidal <sup>a</sup> | Items in secured packages transported by wheeled vehicles (normal road and rail) subsonic or supersonic transport aircraft, merchant ships or light marine craft<br><br>Items mounted in equipment transported by, or installed in, wheeled vehicles (normal road or rail) subsonic or supersonic transport aircraft, merchant ships or light marine craft<br><br>Items for installation in heavy industrial equipment | Items installed or transported in a secured position in full cross-country vehicles<br><br>Items carried loose in normal road or rail vehicles for long periods<br><br>Items used in industrial areas and subjected to shock from mechanical handling equipment, for example: dock cranes, fork-lift trucks |
| 1 000                                                             | 100   | 6        | Half-sine<br>Final-peak<br>saw-tooth<br>Trapezoidal <sup>a</sup> | Items in secured packages transported by cross-country vehicles<br><br>Items mounted in equipment transported by or installed in cross-country vehicles<br><br>Items mounted in equipment installed in subsonic or supersonic transport aircraft<br><br>Items mounted in equipment carried loose in road or rail vehicles for long periods                                                                             | Severe handling shocks on road or rail transport<br><br>High-intensity shocks due to ignition, stage separation of rockets (space vehicles), aerodynamic buffeting and re-entry of space vehicles<br><br>Portable items                                                                                     |
| 5 000                                                             | 500   | 1        | Half-sine                                                        | Structural integrity tests on semiconductors, integrated circuits, microcircuits and micro-assemblies with or without sensors                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Blast excited shocks, on land, sea or air                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 15 000                                                            | 1 500 | 0,5      | Half-sine                                                        | Structural integrity tests on semiconductors, integrated circuits and microcircuits                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <sup>a</sup> Not primarily intended for component-type specimens. |       |          |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

**Table A.2 – Examples of severities typically employed for various applications**

NOTE Table A.2 lists severities which are not mandatory but are typical for the various applications. It should be remembered that there will be instances where the real severities differ from those shown in the table.

| Severity                    |                       |          |                                              | Component use                                                                                                          | Equipment use                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|-----------------------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Peak acceleration           |                       | Duration | Number of shocks in each specified direction |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                   |
| Equivalent m/s <sup>2</sup> | <i>g</i> <sub>n</sub> | ms       |                                              |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                   |
| 100                         | 10                    | 16       | 1 000                                        | Transportation of fragile items by road, excluding cross-country                                                       | General robustness test and for items installed or transported in a secured position in wheeled vehicles with no cross-country requirement                                        |
| 150                         | 15                    | 6        | 4 000                                        | Minimal robustness test and for items of general application with main mechanical load occurring during transportation | Items installed in control equipment of stationary or heavy mobile machinery, for example, in the vicinity of power plants                                                        |
| 250 <sup>a</sup>            | 25                    | 6        | 1 000                                        |                                                                                                                        | Items installed or transported in a secured position in full cross-country vehicles. Items installed in mechanical handling equipment, for example, dock cranes, fork-lift trucks |
| 400                         | 40                    | 6        | 1 000                                        | Transportation of items intended for use in equipment of a non-portable nature                                         | Items which may be carried loose in wheeled vehicles (road or rail) for occasional journeys, for example, delivery                                                                |
| 400 <sup>a</sup>            | 40                    | 6        | 4 000                                        | Items for use in transportable equipment                                                                               | Transportable items which are repeatedly carried loose in any type of vehicle, rail, road or cross-country                                                                        |
| 1 000                       | 100                   | 2        | 4 000                                        | Lamps and spring contacts, for example for keys, telephones for switchboards                                           |                                                                                                                                                                                   |

<sup>a</sup> It is recommended that the test severities of 250 m/s<sup>2</sup> and 400 m/s<sup>2</sup> should only be specified for specimens with a nominal mass of less than 100 kg. For heavier specimens, the 100 m/s<sup>2</sup> severity is generally more appropriate.

## A.5 Tolerances

The test method described in this standard is capable of a high degree of reproducibility when the tolerance requirements relating to basic pulse shape, velocity change and cross axis motion are complied with.

However there are certain exceptions to these tolerance requirements which are primarily applicable to specimens which provide a highly reactive load, that is with mass and dynamic responses which would influence the characteristics of the shock-testing machine. In these cases, it is expected that the relevant specification will specify relaxed tolerances and/or state that the values obtained shall be recorded in the test report.

When testing highly reactive specimens it may be necessary to carry out preliminary shock testing to check the characteristics of the loaded shock testing machine. With complex specimens, where only one or a limited number is provided for test, the repeated application of shock prior to the definitive test could result in an over-test and possibly unrepresentative cumulative damage. In such instances, it is recommended that whenever possible the preliminary checking should be carried out using a dynamically representative specimen (such

as rejected equipment), or, when this is not available, it may be necessary to use a weighted space model, which should as a minimum, have the correct mass and centre of gravity disposition. However, it needs to be noted that a space model is unlikely to have the same dynamic response as the real specimen.

If a low-pass filter is used, its cut-off frequency should be so chosen that the basic pulse deformation is negligible. Potentially damaging high-frequency effects should previously have been determined by other means, for example a vibration test.

The frequency response of the overall measuring system, including that of the accelerometer, is an important factor in the achievement of the required pulse shape and severity and needs to be within the tolerance limits shown in Figure 4. When it is necessary to employ a low pass filter to reduce the effect of any high-frequency resonances inherent in the accelerometer, the amplitude and phase characteristics of the measuring system will need to be considered in order to avoid distortion of the reproduced waveform.

For shocks of duration equal to or less than 0,5 ms,  $f_3$  and  $f_4$  indicated in Figure 4 may be unnecessarily high. In such instances, the relevant specification should state which alternative values are to be adopted.

## A.6 Velocity change

For all pulse shapes the actual velocity change is specified in Table 1. This velocity change may be determined in a number of ways, including:

- the impact velocity for shock pulses not involving rebound motion;
- the drop and rebound height where free fall facilities are used;
- integration of the acceleration/time curve.

When specifying integrating techniques, unless otherwise stated, the actual velocity change should be determined by integrating between the limits of  $0,4D$  before the start of the pulse and  $0,1D$  beyond the pulse, where  $D$  is the duration of the nominal pulse. It should be noted, however, that determination of the velocity change using the electronic integrating method can be difficult and may require the use of elaborate facilities. The cost implication should be considered before invoking this method.

One purpose of specifying the velocity change and its associated tolerance is to encourage the test laboratory to achieve a pulse equivalent to the nominal pulse, that is central within the tolerance boundaries of the pulse (see Figures 1, 2 and 3). In this way, the reproducibility of the test is maintained.

Another purpose is associated with the shock response spectra of pulses (see Clause B.3).

## A.7 Testing

One of the basic requirements of the test is to apply shocks in each of six directions. When it is unnecessary to test in all six directions, for example because of symmetry or because there are clearly directions in which the effects of the shock would be less, the relevant specification may modify the number of directions. In practice, the number of specimens available, their complexity, cost and possible orientation, are factors which may also need to be taken into consideration.

Depending on the number of identical specimens available and the mounting arrangements, particularly in the case of components, the specimens may be oriented to allow the requirements of the specification to be satisfied with a minimum number of shocks or shock applications.

When only one specimen is available for non-repetitive shock testing, 18 shocks need to be applied but the test will then take on a somewhat different character with the possibility of it being non-representative. It is important, therefore, that the relevant specification writer give this matter adequate thought.

Equipment type specimens, which will always be either operational or transported on their normal base, need only be subjected to shocks when mounted on that base. A specimen which, during transportation, may be placed on more than one of its faces should be tested in each of the axes and directions defined in the relevant specification. Bearing in mind the empirical nature of the test, three mutually perpendicular directions would normally be adequate.

The requirement that between shocks any relative motion within the specimen be substantially zero is intended to ensure reproducibility of the test. Otherwise, re-excitation of the resonance(s) of the specimen at different phases of its resonance(s) decay is possible which could give varying results for identical specimens.

NOTE In order to assess whether the conditions stated have been satisfied, the test engineer may make use of the following formula which is not intended for general use and should not be referred to in specifications:

$$R \equiv \frac{f_{\text{res min}}}{10} \quad (\text{A.1})$$

where  $R$  is the repetition rate and  $f_{\text{res min}}$  is the lowest resonance frequency.

Where the internal motion of the specimen cannot be observed, for example in an enclosed item, the relevant specification will need to indicate the course of action. In many cases, particularly for components, no action will be necessary.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

## Annex B (informative)

### Shock response spectra and other characteristics of pulse shapes

#### B.1 Introductory remark

In order to utilize improved techniques in shock testing and to allow for further development of shock testing machines, Test Ea requires one of three pulse shapes, with a stated severity, to be applied to the specimen fixing points and does not restrict the testing to specific machines. The choice of pulse shape and severity should be made in accordance with technical considerations appropriate to the project or type of specimen.

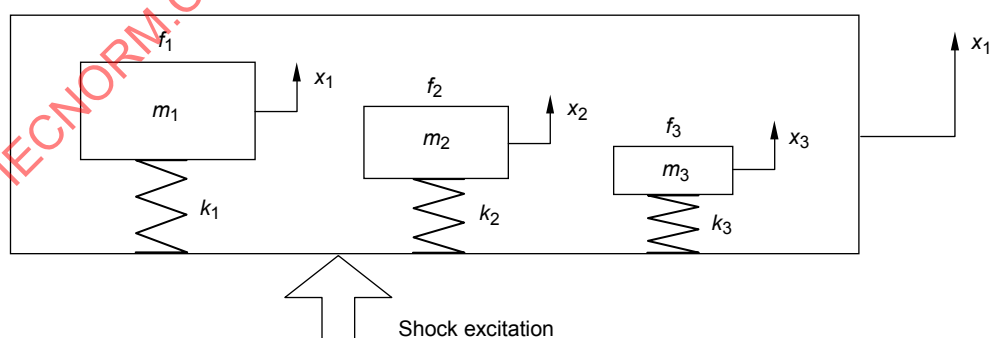
All methods should be regarded as acceptable from the standpoint of reproducibility of the specified test condition and for reproducing the effects of actual shock environments. In order to obtain tests which are both reproducible and which can be related to practical application, certain basic concepts have been taken into consideration in producing the test procedure for the shock test. The concepts involved are given below. See further ISO 8568 [2].

#### B.2 Shock response spectrum concept

The acceleration shock response spectra of various pulse shapes give a useful measure of the damage potential of the shocks in many important practical cases. It must be recognized, however, that from certain points of view, they have limited applicability.

The acceleration shock response spectrum can be regarded as the maximum acceleration response to a given shock excitation of undamped mass-spring systems as a function of the resonance frequencies of the systems. The maximum acceleration of oscillatory systems determines in most cases the maximum mechanical stress of attachments and the maximum relative displacement of elastic members.

Let the framework of Figure B.1 be subjected to a shock excitation with a given pulse shape, for example a time history of the acceleration  $d^2x_f/dt^2 = a(t)$ . The response of the system will be oscillations with different acceleration time histories for the masses,  $m$ , depending on the resonance frequency ( $f_1, f_2, f_3$ , etc.).



IEC 310/08

#### Key

$m$  mass

$k$  spring constant

$x$  displacement relative to a fixed coordinate system

**Figure B.1 – Framework or box containing oscillatory systems of which  $f_1$ ,  $f_2$  and  $f_3$  are examples of resonance frequencies**

An example of pulse shape with peak value  $A$  and duration  $D$  is shown in Figure 2a, giving response accelerations  $d^2x_1/dt^2 = a_1(t)$ , etc., as shown in Figure B.2b.

The shock response spectra (Figure B.2c) result from an infinite number of resonance frequencies and are plots of the different extreme acceleration responses  $a_{\max}$  in Figure 2b as functions of resonance frequency for the undamped linear mass-spring system.

The positive initial shock spectrum, +I, in Figure B.2c is the plot of the maximum response occurring during the pulse duration in the same direction as the exciting pulse: the  $a_{\max}(+I)$  in Figure B.2b.

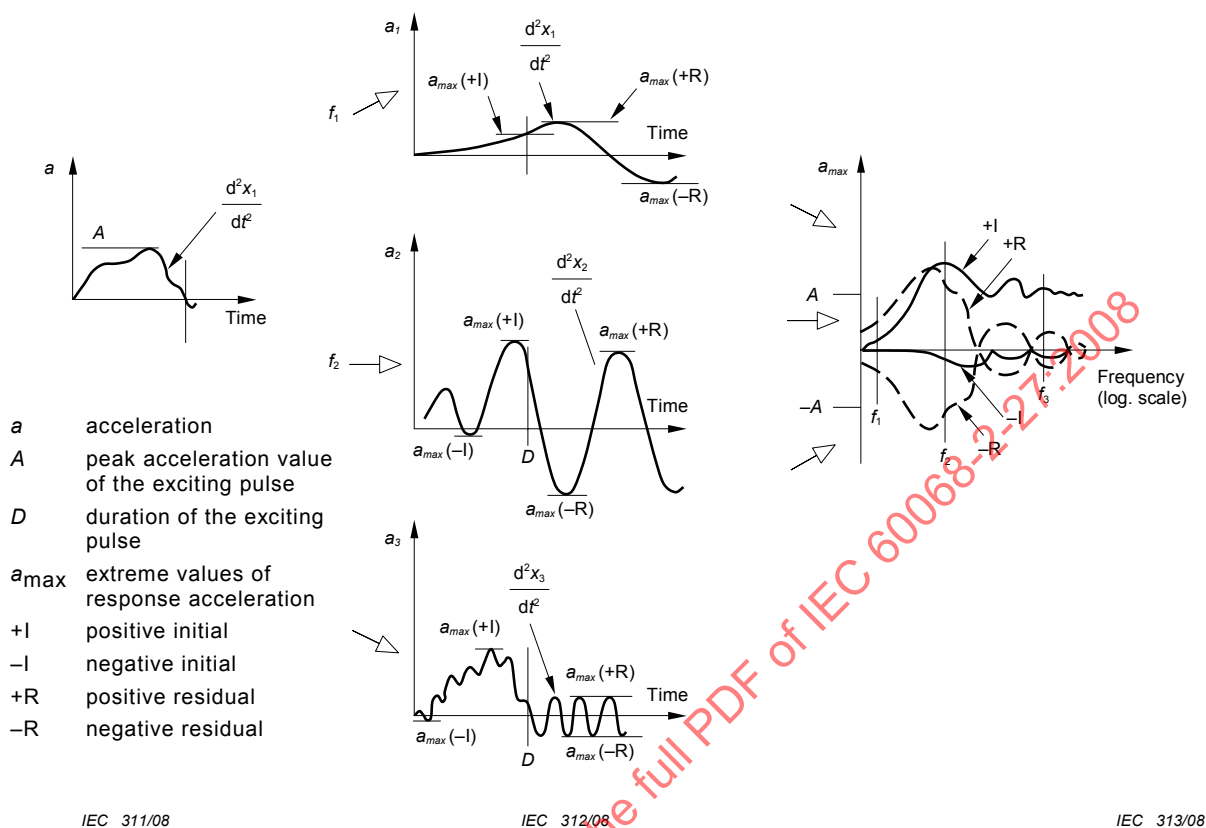
The positive residual shock spectrum, +R, is the plot of the same maximum response occurring after the pulse duration and in the same direction as the pulse: the  $a_{\max}(+R)$ .

The negative initial shock spectrum, -I, is the plot of the maximum response during the pulse in the opposite direction to the exciting pulse: the  $a_{\max}(-I)$ .

The negative residual shock spectrum, -R, is the plot of the maximum response after the pulse in the opposite direction to the pulse:  $a_{\max}(-R)$ .

All four spectra are shown in Figure B.2c with the examples of resonance frequencies of the framework also noted.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008



given here have therefore two coordinate scales:  $a_{\max}/A$  as a function of  $fD$  and  $a_{\max}$  as a function of  $f$  for a particular example of duration and peak acceleration.

### B.3 Use of first-order shock response spectra in practical cases

In components and equipments, the internal parts generally form more complicated systems than undamped systems, for instance series-connected multi-degree-of-freedom systems with damping, as shown in Figure B.3. In this case, shock excited oscillations in one outer system may cause damage to an inner system by coupled resonance effects. These effects can be described by sets of higher order shock spectra, valid for given combinations of resonance frequencies of the mass-spring subsystems.

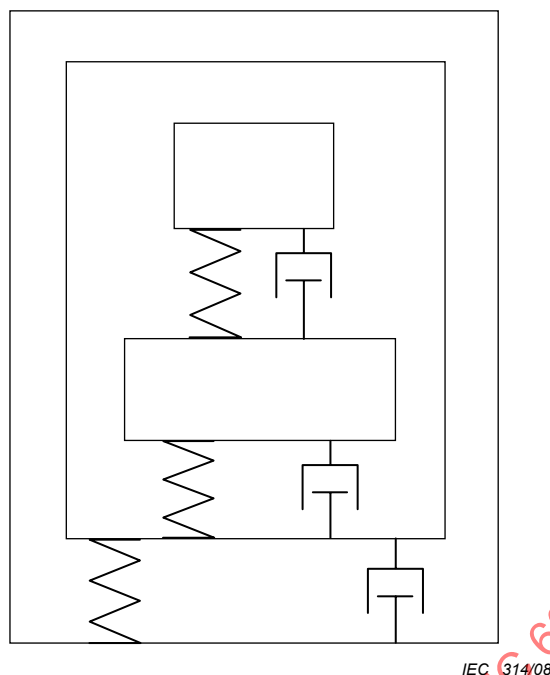
If the resonance frequencies of the series-connected systems are separated to any significant extent, the first-order shock spectrum gives a reasonable measure for comparing the damage potential of shocks of different pulse shapes.

The highest acceleration of the internal masses will be reached when resonances are excited during the period of the pulse. In this case, the oscillation acceleration will be superimposed upon that of the pulse itself. Hence, it will be evident from Clause B.3 that the greatest liability to damage in this respect will be when using short rise time pulses.

In general, damping will decrease the response at medium frequencies during the pulse and at both medium and higher frequencies after the pulse. The damping will decrease both the amplitude and the duration of oscillation and attenuates thereby the response of any inner system. The damage potential of a shock is therefore in general lower for damped systems than for undamped, particularly for multi-degree-of-freedom systems. The shock response spectra of undamped systems represent the worst possible cases.

Acceleration shock response spectra therefore do not describe completely the damage potential of the shock. Nevertheless, this simplified presentation is sufficient to allow an appropriate pulse shape to be chosen for actual configurations.

Before comparing shock response spectra, accurate shock-testing requires a judgement of the importance of prolonged response oscillations represented by the residual spectra compared to the short responses represented by the initial spectra. The judgement should be based on possible failure modes.



**Figure B.3 – Framework containing damped multi-degree-of-freedom system**

#### **B.4 Shock response spectra of nominal pulse shapes**

The acceleration shock response spectra of the recommended nominal pulse shapes are shown in Figures A.1, A.2 and A.3.

The form of the spectra for the same pulse shape is the same irrespective of pulse duration due to the use of non-dimensional scales. The normalized frequency scale  $fD$  allows frequency scales for any duration  $D$  to be determined. The generalized response scale,  $a_{\max}/A$ , allows the determination of acceleration scales for any peak value  $A$ .

At low frequencies and for  $fD < 0,2$ , the initial spectra are nearly the same, while the residual spectra are nearly proportional to the velocity change of the pulse. This is one reason for the additional tolerance requirement on velocity change. The trapezoidal pulse shape has the highest velocity change for a given peak acceleration and duration.

In the intermediate frequency range  $0,2 \leq fD \leq 10$ , the initial spectra show differences in level depending mainly on the rise time of the pulse. The final-peak saw-tooth pulse has the longest rise time and shows the lowest response for a given value. The trapezoidal pulse shows the highest response for a given peak acceleration value due to the short rise time and the flatness of the peak, allowing even the low-frequency oscillations to reach their peak before the instantaneous value of the originating pulse falls. The residual spectrum of the saw-tooth pulse also shows a relatively high and smooth course up to the first zero at approximately  $fD = 10$ . The frequency of this zero depends on the ratio of the rise and fall times, the frequency increasing the steeper the fall of the final peak. The residual spectra of the half-sine and trapezoidal pulses have repeated zeros beginning at relatively low frequencies, approximately  $fD = 1$ . This is due to the symmetry of these pulses and is a great disadvantage from the point of view of reproducibility of the tests. Slight changes in pulse duration or symmetry may cause considerable changes in residual response and give different test results.

At higher frequencies, the initial spectra approach  $a_{\max}/A = 1$  and the residual spectra zero. This is illustrated by the fact that a mass on a very stiff spring follows closely the acceleration-time history of the exciting pulse. The statement is valid for all pulse shapes having finite rise and fall times.

### **B.5 The effect of ripple**

Oscillatory systems with low or no damping are very sensitive to ripple on the pulse. As an example, the effect on the shock spectrum of a half-sine pulse is shown in Figure B.4.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

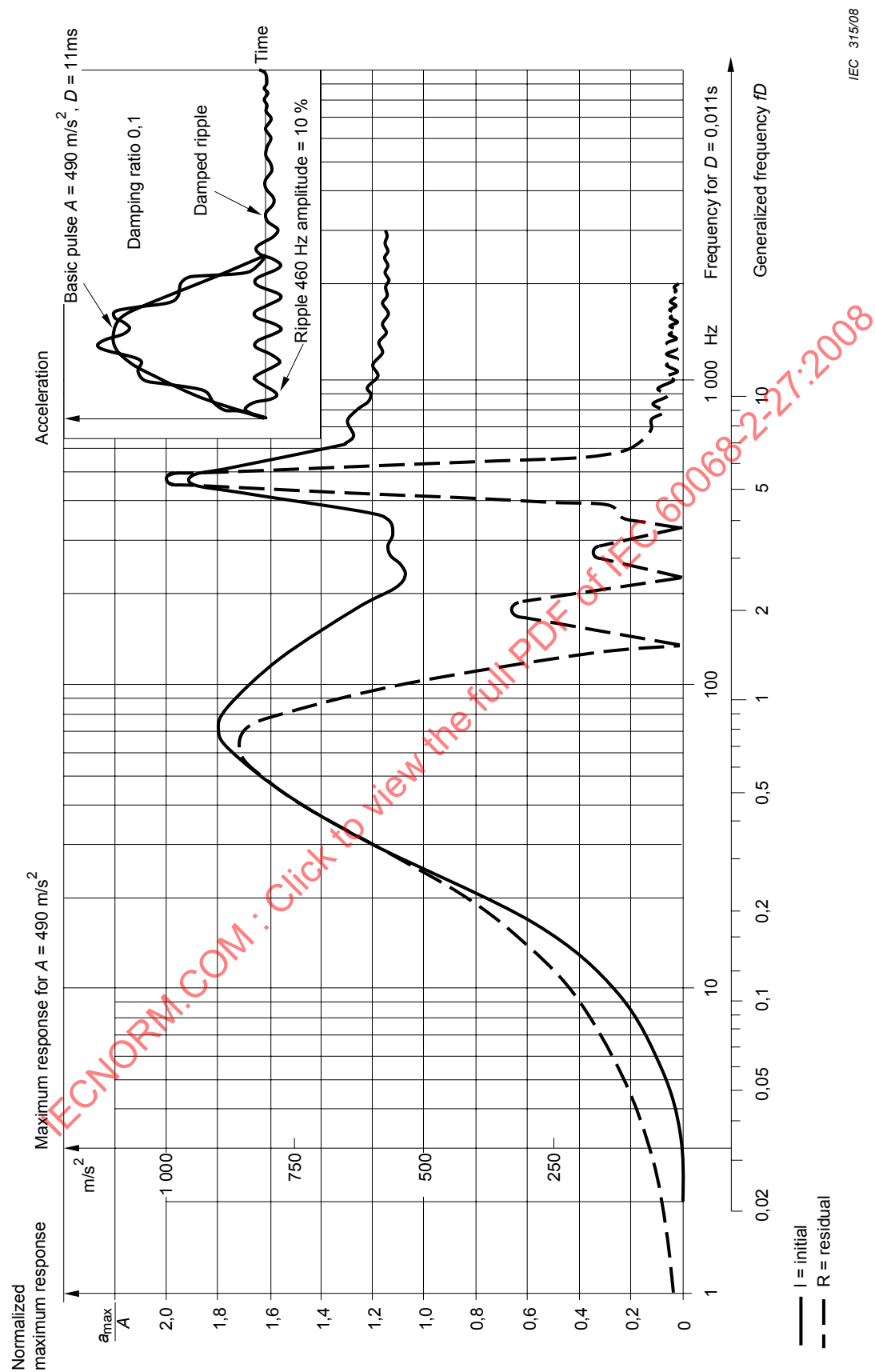


Figure B.4 – Shock response spectrum of a half-sine pulse with ripple

A 460 Hz signal of  $50 \text{ m/s}^2$  ( $5 g_n$ ) amplitude is superimposed on the nominal  $500 \text{ m/s}^2$  ( $50 g_n$ ) and 11 ms half-sine pulse (10 % ripple,  $Q = 5$ ). After the nominal pulse a damping ratio of 10 % is applied to the ripple. This produces a theoretical pulse comparable with the actual pulses which may be obtained by shock generators. The effect as can be seen is considerable, especially on the residual spectrum. An increase of the ripple to 20 % would increase the peak values to around  $a_{\text{max}}/A = 4$ . In general, ripple should therefore be avoided as far as possible in order to preserve reproducibility of the test.

Ripple frequencies in the low-frequency range (where  $fD < 0,2$ ) have a negligible effect. Frequencies in the higher ranges (where  $fD \geq 0,2$ ) give peaks at the ripple frequency, the response increasing with higher frequencies for a constant ripple amplitude. The residual spectrum is always relatively more affected than the initial. The initial spectrum of the pulse shape with short rise time, the trapezoidal, is sensitive only to high-frequency ripple. The initial spectrum of the final-peak saw-tooth is very sensitive to ripple in the whole intermediate and high-frequency range.

Ripple which is only slightly damped and therefore extends for an appreciable time after the end of the nominal pulse can affect the residual spectrum considerably.

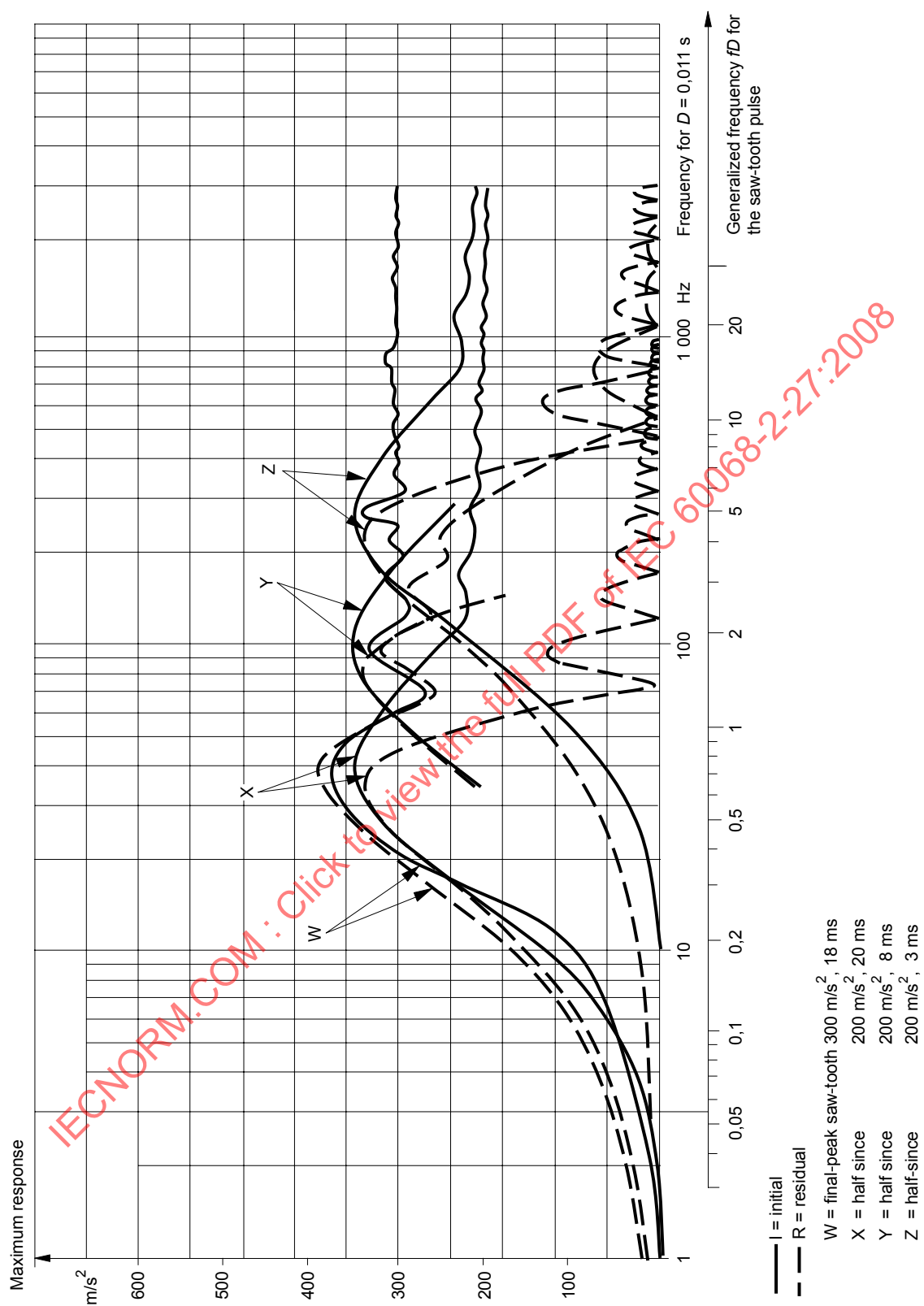
When excessive ripple is present, the results of a shock test could be significantly different from those obtained in a test where ripple is within the specified tolerance bands. The tolerance bands around the nominal pulse shapes are intended to take care of permitted ripple as well as other shape distortions.

## B.6 Reproducing the effects of various shock pulses by a single pulse

The recommended shock pulses are not intended to simulate the shocks encountered in practice, but to reproduce the effects of the real environment. For shock testing, therefore, consideration of the shock spectra of the real environment is necessary. However, this information is often limited to a statistical distribution of peak acceleration or to an estimation of design level.

It is often possible to reproduce with a single pulse the effects of a number of shocks of given peak value and varying duration.

Figure B.5 provides a comparison of the response spectra of a series of half-sine pulses with the response spectrum of a single saw-tooth waveform of higher peak value. Although there is some over-testing with regard to the initial spectrum, there is a considerable degree of overlap of these spectra.



**Figure B.5 – Spectrum of a final-peak saw-tooth  $300 \text{ m/s}^2$ , 18 ms pulse compared with the spectra of  $200 \text{ m/s}^2$  half-sine pulses with durations between 3 ms and 20 ms**

## Annex C (informative)

### Comparison between impact tests

|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens<br>(IEC 60068-2-31) <sup>[3]</sup> | Intended to assess the effects of knocks or jolts likely to be received primarily by equipment-type specimens during repair work or rough handling on a table or bench.                   |
| Free fall                                                                                                 | Intended to assess the effects of falls likely to be experienced due to rough handling. It is also suitable for demonstrating a degree of robustness.                                     |
| Free fall repeated                                                                                        | Intended to reproduce the effects of repetitive falls likely to be received by certain component type specimens, for example connectors in service.                                       |
| Test Ee and guidance: Bounce<br>(IEC 60068-2-55)                                                          | Intended to reproduce the effects of the repetitive shock conditions experienced by specimens which may be carried as loose cargo in wheeled vehicles travelling over irregular surfaces. |
| Test Ei: Shock – Shock response spectrum synthesis<br>(IEC 60068-2-81) <sup>[4]</sup>                     | Intended for general application to specimens, when simulation is required of transient responses of a complex nature for the specimens.                                                  |

Shock tests are performed on the specimen when mounted to the shock testing machine. Drop and topple, free fall, repeated free fall and bounce tests are performed with the specimen free.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

## Bibliography

- [1] ISO 2041:1990, *Vibration and shock – Vocabulary*
  - [2] ISO 8568:1989, *Mechanical shock – Testing machines – Characteristics and performance*
  - [3] IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*<sup>2</sup>
  - [4] IEC 60068-2-81:2003, *Environmental testing – Part 2-81: Tests – Test Ei: Shock – Shock response spectrum synthesis*
  - [5] ISO/IEC 17025: 2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*
- 

---

<sup>2</sup> Currently bearing the title « Basic environmental testing procedures – Part 2-31: Tests – Test Ec: Drop and topple, primarily for equipment-type specimens”. A second edition, which will replace the first edition (1969), is actually in preparation and will bear this slightly re-worded title.

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                                                 | 40 |
| INTRODUCTION.....                                                                                                                                                  | 42 |
| 1 Domaine d'application.....                                                                                                                                       | 43 |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                                      | 43 |
| 3 Termes et définitions .....                                                                                                                                      | 44 |
| 4 Description de l'appareillage d'essai .....                                                                                                                      | 45 |
| 4.1 Caractéristiques requises .....                                                                                                                                | 45 |
| 4.2 Chaîne de mesure .....                                                                                                                                         | 47 |
| 4.3 Fixation .....                                                                                                                                                 | 48 |
| 5 Sévérités .....                                                                                                                                                  | 49 |
| 6 Pré-conditionnement.....                                                                                                                                         | 51 |
| 7 Mesures initiales et essai de performance de fonctionnement .....                                                                                                | 51 |
| 8 Epreuve.....                                                                                                                                                     | 51 |
| 9 Reprise.....                                                                                                                                                     | 51 |
| 10 Mesures finales .....                                                                                                                                           | 51 |
| 11 Renseignements que doit donner la spécification particulière .....                                                                                              | 52 |
| 12 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai.....                                                                                                           | 53 |
| Annexe A (normative) Sélection et application des formes d'impulsion – Guide.....                                                                                  | 54 |
| Annexe B (informative) Spectres de réponse aux chocs et autres caractéristiques des formes d'impulsion .....                                                       | 65 |
| Annexe C (informative) Comparaison entre essais d'impact.....                                                                                                      | 74 |
| Bibliographie .....                                                                                                                                                | 75 |
| Figure 1 – Forme d'impulsion et limites de tolérance pour impulsion demi-sinusoïdale .....                                                                         | 46 |
| Figure 2 – Forme d'impulsion et limites de tolérance pour impulsion en dent-de-scie à pointe finale .....                                                          | 46 |
| Figure 3 – Forme d'impulsion et limites de tolérance pour impulsion trapézoïdale .....                                                                             | 47 |
| Figure 4 – Caractéristiques de fréquence de la chaîne de mesure .....                                                                                              | 48 |
| Figure A.1 – Spectre de réponse au choc d'une impulsion demi-sinusoïdale symétrique.....                                                                           | 56 |
| Figure A.2 – Spectre de réponse au choc d'une impulsion en dent-de-scie à pointe finale .....                                                                      | 57 |
| Figure A.3 – Spectre de réponse au choc d'une impulsion trapézoïdale symétrique.....                                                                               | 58 |
| Figure B.1 – Cadre ou boîte contenant les systèmes oscillatoires dont $f_1$ , $f_2$ et $f_3$ sont des exemples de fréquences de résonance .....                    | 66 |
| Figure B.2a – Impulsion d'excitation .....                                                                                                                         | 67 |
| Figure B.2b – Réponses pour $f_1$ , $f_2$ et $f_3$ .....                                                                                                           | 67 |
| Figure B.2c – Spectres résultant d'un nombre infini de fréquences, avec $f_1$ , $f_2$ et $f_3$ représentées comme des points finis sur les courbes continues ..... | 67 |
| Figure B.2 – Concept de spectre de réponse aux chocs.....                                                                                                          | 67 |
| Figure B.3 – Bâti contenant un système amorti à plusieurs degrés de liberté.....                                                                                   | 69 |

|                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure B.4 – Spectre de réponse aux chocs d'une impulsion demi-sinusoïdale avec ondulation .....                                                                                                                                                 | 71 |
| Figure B.5 – Spectre d'une impulsion en dents-de-scie à pointe finale $300 \text{ m/s}^2$ , impulsion de 18 ms comparée aux spectres de $200 \text{ m/s}^2$ des impulsions demi-sinusoïdales avec des durées comprises entre 3 ms et 20 ms ..... | 73 |
| Tableau 1 – Sévérités pour les essais de chocs .....                                                                                                                                                                                             | 50 |
| Tableau A.1 – Exemples de formes d'impulsions et de sévérités d'essai typiques de certaines applications .....                                                                                                                                   | 60 |
| Tableau A.2 – Exemples de sévérités typiques de certaines applications .....                                                                                                                                                                     | 62 |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

## Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente, les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 60068-2-27 a été établie par le comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition, publiée en 1987, et comprend la fusion avec la CEI 60068-2-29, deuxième édition (1987). Elle constitue une révision technique.

Les modifications principales par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- la fusion de la CEI 60068-2-29 dans la présente édition de la CEI 60068-2-27; la Partie 2-29 sera supprimée dès que cette édition sera publiée;
- l'introduction de spécimens dans emballages mous comme définis dans le document du groupe de travail ad hoc de la CEI conclu à Stockholm en 2000.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 104/448/FDIS | 104/457/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 2.

Elle a le statut de publication fondamentale de sécurité, conformément au Guide CEI 104.

Cette norme doit être utilisée conjointement avec la CEI 60068-1.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60068, présentées sous le titre général *Essais d'environnement*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

## INTRODUCTION

Cette partie de la CEI 60068 traite des composants, matériels et autres produits électrotechniques, dénommés ci-après «spécimens», qui peuvent être soumis, pendant leur transport, leur stockage, leur manutention ou leur utilisation, à des conditions impliquant des chocs non répétitifs relativement peu fréquents ou des chocs répétitifs. On peut également utiliser l'essai de chocs pour s'assurer que la conception d'un spécimen est satisfaisante en ce qui concerne sa robustesse de structure ainsi que comme essai d'assurance de la qualité. Il consiste à soumettre un spécimen à des chocs répétitifs ou non, ayant une forme normalisée d'impulsion, présentant une durée et une accélération de crête spécifiées.

Les rédacteurs de spécification trouveront dans l'Article 11 une liste des points particuliers à prendre en considération en vue de leur inclusion dans les spécifications. Les lignes directrices nécessaires sont données à l'Annexe A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

## ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

### Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs

#### 1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60068 fournit un mode opératoire normalisé pour déterminer l'aptitude d'un spécimen à supporter des chocs répétitifs ou non répétitifs de sévérités spécifiées.

Le but de cet essai est de mettre en évidence une défaillance mécanique et/ou une dégradation des performances spécifiées, ou les dommages ou dégradations cumulés dus aux chocs. Il peut aussi être utilisé dans certains cas, conjointement à la spécification particulière, pour déterminer la robustesse de structure des spécimens ou comme essai d'assurance de la qualité (voir Article A.2).

Cet essai est en premier lieu destiné aux spécimens non emballés et aux éléments placés dans leur coffret de transport lorsque ce dernier peut être considéré comme faisant partie du spécimen. Si un élément est à soumettre aux essais en étant non emballé, il est désigné comme un spécimen d'essai. Cependant, si l'élément est emballé, alors il est lui-même désigné comme produit et l'élément et son emballage sont désignés comme spécimen d'essai. Lorsque cette norme est utilisée conjointement avec la CEI 60068-2-47, elle peut être utilisée pour l'essai des produits emballés. Cette possibilité a été incluse dans la version de 2005 pour la première fois.

La rédaction de cette norme s'appuie sur des formes d'impulsions prescrites. Un guide pour la sélection et l'application de ces impulsions est donné à l'Annexe A et les caractéristiques des différentes formes d'impulsion sont exposées à l'Annexe B.

Chaque fois que possible, il convient que la sévérité d'essai et la forme de l'impulsion de choc appliquée au spécimen soient telles qu'elles reproduisent les effets du transport ou des conditions d'environnement réels auxquels le spécimen sera soumis ou qu'elles correspondent aux exigences de la conception si l'objet de l'essai est d'estimer la robustesse de structure (voir Articles A.2 et A.4).

Pour les besoins de cet essai, le spécimen est toujours monté sur le bâti de fixation ou sur la table de la machine d'essai au choc pendant l'épreuve.

NOTE Le terme «machine d'essai au choc» est utilisé partout dans cette norme mais d'autres moyens d'appliquer des formes d'ondes ne sont pas exclus.

L'une des responsabilités d'un comité d'études consiste, le cas échéant, à utiliser les publications fondamentales de sécurité dans le cadre de l'élaboration de ses publications.

#### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60068-1, *Essai d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 60068-2-47 :2005, *Essai d'environnement – Partie 2-47: Essais – Fixation de spécimens pour essais de vibrations, d'impacts et autres essais dynamiques*

CEI 60068-2-55, *Essai d'environnement – Partie 2-55: Essais – Essai Ee et guide: Rebondissement*

CEI 60721-3-1, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupes de paramètres environnementaux et de leurs sévérités – Section 1: Stockage*

CEI 60721-3-5, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 5: Installations des véhicules terrestres*

Guide 104, *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE Les termes utilisés sont, dans la plupart du temps, ceux qui sont définis dans l'ISO 2041[1]<sup>1</sup> ou dans la CEI 60068-1. Les termes et définitions supplémentaires qui suivent sont aussi applicables au domaine de cette norme.

#### 3.1

##### **point de vérification**

point situé sur le bâti de fixation, sur la surface de la table de la machine d'essai au choc ou sur le spécimen le plus près possible du point de fixation, et dans tous les cas, qui est lié de manière rigide à ce dernier

NOTE 1 On utilise plusieurs points de vérification pour s'assurer que les exigences d'essai sont satisfaites.

NOTE 2 S'il y a plus de quatre points de fixation, il convient que la spécification particulière indique le nombre de points de fixation à utiliser comme points de vérification.

NOTE 3 Dans des cas particuliers, par exemple pour des spécimens de grande taille ou complexes, les points de vérification seront prescrits par la spécification particulière s'ils ne sont pas à proximité des points de fixation.

NOTE 4 Lorsqu'un grand nombre de spécimens de petite taille est monté sur un seul bâti ou dans le cas d'un petit spécimen ayant plusieurs points de fixation, il est admis de choisir un seul point de vérification (qui est le point de référence) pour déduire le signal de pilotage. Ce signal est donc plutôt lié au bâti qu'aux points de fixation du ou des spécimens. Cela n'est valable que lorsque la plus basse fréquence de résonance du support chargé est située nettement au-dessus de la limite supérieure de la fréquence de l'essai.

#### 3.2

##### **point de fixation**

partie du spécimen en contact avec le bâti de fixation ou la table de la machine d'essai au choc en un point où le spécimen est normalement fixé lorsqu'il est utilisé

NOTE Si une partie de la structure normale de montage est utilisée comme bâti, les points de fixation sont pris comme étant ceux de la structure de montage et non ceux du spécimen.

#### 3.3

##### **$g_n$**

accélération normalisée due à la pesanteur terrestre, variable en fonction de l'altitude et de la latitude géographique

NOTE Dans le cadre de cette norme, la valeur de  $g_n$  est arrondie à l'unité la plus proche, c'est-à-dire 10 m/s<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie.

### 3.4

#### **cadence de répétition**

nombre de chocs à la seconde

### 3.5

#### **sévérité de choc**

combinaison de l'accélération de crête, de la durée de l'impulsion nominale et du nombre de chocs

### 3.6

#### **variation de vitesse**

valeur absolue de la variation brusque de la vitesse du spécimen résultant de l'application d'une accélération spécifiée

NOTE La variation de vitesse est normalement considérée comme brusque si elle se produit en un temps qui est court par rapport à la période fondamentale du spécimen d'essai.

## **4 Description de l'appareillage d'essai**

### **4.1 Caractéristiques requises**

Lorsque le spécimen est mis en place sur la machine d'essai au choc avec ou sans le bâti de fixation, la forme d'onde mesurée au(x) point(s) de vérification doit être une impulsion approchant une des courbes nominales de l'accélération en fonction du temps tracées en traits discontinus sur les Figures 1, 2 et 3.

#### **4.1.1 Formes fondamentales d'impulsions**

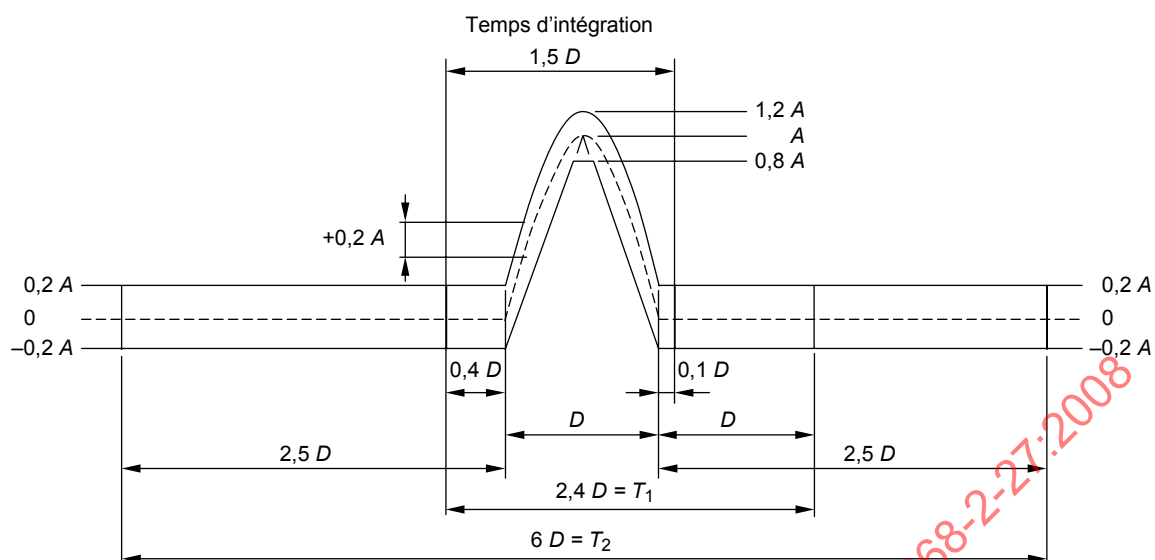
Cette norme comprend trois types d'impulsions, à savoir l'impulsion demi-sinusoïdale, l'impulsion en dent-de-scie à pointe finale et l'impulsion trapézoïdale. Le choix de la forme d'impulsion dépend de plusieurs facteurs et les difficultés inhérentes à un tel choix excluent toute préférence pour l'ordre dans lequel ces formes d'impulsion sont données dans cette norme (voir Article A.3).

Les formes fondamentales d'impulsions spécifiées sont données ci-dessous (voir Article A.3) :

- demi-sinusoïde: demi-période sinusoïdale, conforme à la Figure 1;
- dent-de-scie à pointe finale: triangle asymétrique avec temps de descente court, conforme à la Figure 2;
- trapèze: impulsion trapézoïdale avec temps de montée et de descente courts, conforme à la Figure 3.

La valeur vraie de la courbe réelle doit se trouver à l'intérieur des limites de tolérance fixées par les traits pleins de la figure correspondante.

NOTE Il convient que la spécification particulière indique les dispositions à prendre dans les cas où il n'est pas possible d'obtenir une impulsion qui respecte les tolérances spécifiées (voir Article A.5).



IEC 303/08

**Légende** (applicable aux trois Figures 1 à 3)

--- impulsion nominale  
— limites des tolérances

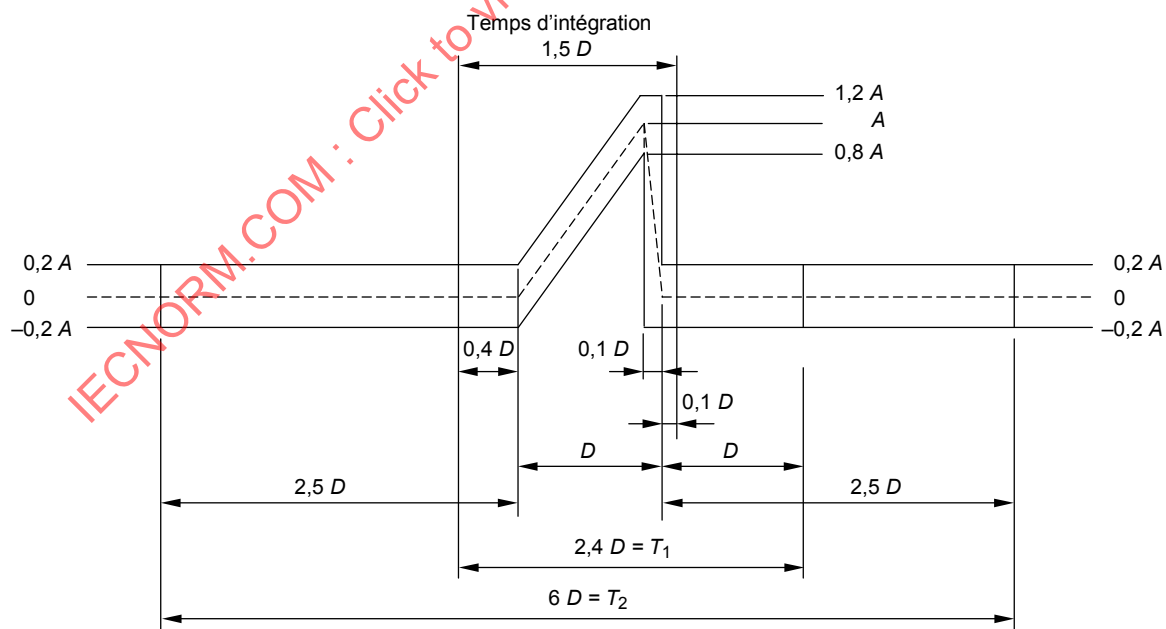
A = accélération de crête de l'impulsion nominale

$T_1$  = durée minimale pendant laquelle on doit surveiller l'impulsion, dans le cas des chocs réalisés avec une machine d'essai au choc normale

D = durée de l'impulsion nominale

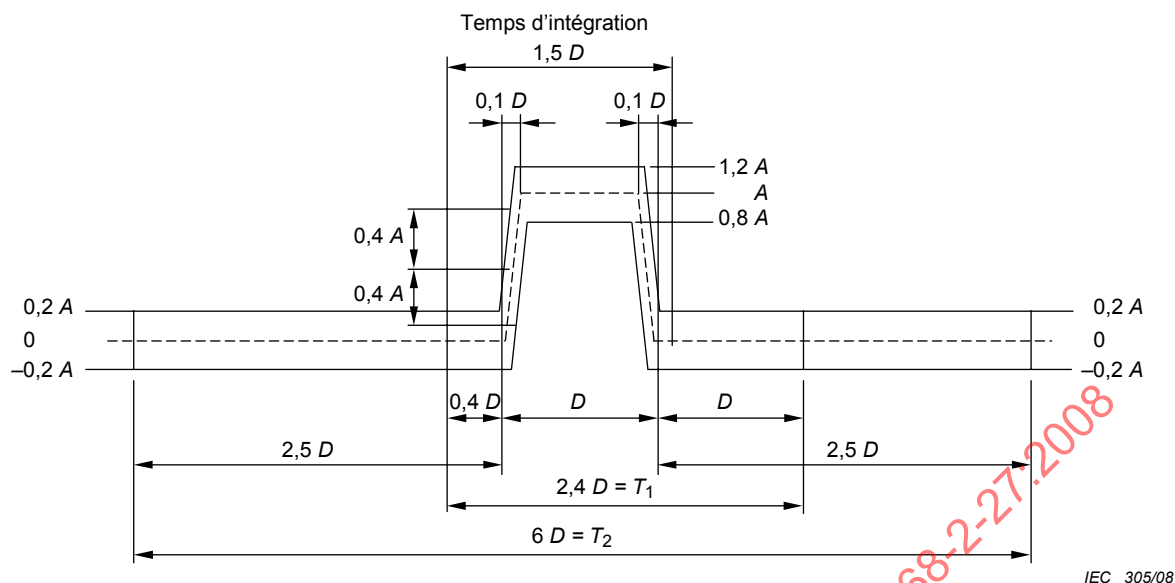
$T_2$  = durée minimale pendant laquelle on doit surveiller l'impulsion, dans le cas des chocs réalisés avec un générateur de vibrations

**Figure 1 – Forme d'impulsion et limites de tolérance pour impulsion demi-sinusoïdale**



IEC 304/08

**Figure 2 – Forme d'impulsion et limites de tolérance pour impulsion en dent-de-scie à pointe finale**



IEC 305/08

**Figure 3 – Forme d'impulsion et limites de tolérance pour impulsion trapézoïdale**

#### 4.1.2 Cadence de répétition

La cadence de répétition doit être telle que, entre les chocs, le mouvement relatif du spécimen soit approximativement nul et la valeur de l'accélération au point de vérification doit être comprise entre les limites indiquées à la Figure 1 (voir Article A.7).

NOTE Une formule pour l'évaluation de la cadence de répétition est donnée à l'Article A.7.

#### 4.1.3 Tolérances pour la variation de vitesse

Pour toutes les formes d'impulsion, la valeur réelle de la variation de vitesse doit être à  $\pm 15\%$  près égale à celle qui correspond à l'impulsion nominale.

Quand la variation de vitesse est déterminée par intégration de l'impulsion d'accélération réelle, cela doit être obtenu entre  $0,4 D$  avant le début de l'impulsion, et  $0,1 D$  après la fin de l'impulsion,  $D$  étant la durée de l'impulsion nominale.

NOTE Il convient que la spécification particulière indique les dispositions à prendre dans les cas où il n'est pas possible de respecter les tolérances sur la variation de vitesse, sans avoir recours à des moyens élaborés (voir Articles A.5 et A.6).

#### 4.1.4 Mouvement axial transversal

La valeur de crête positive ou négative de l'accélération relevée au(x) point(s) de vérification dans toute direction perpendiculaire à la direction du choc désirée ne doit pas excéder  $30\%$  de la valeur de crête de l'accélération de l'impulsion nominale dans la direction désirée, les relevés étant faits selon 4.2.

NOTE Il convient que la spécification particulière indique les dispositions à prendre dans les cas où il n'est pas possible de respecter les tolérances sur le mouvement axial transversal (voir Article A.5).

### 4.2 Chaîne de mesure

Les caractéristiques de la chaîne de mesure doivent être telles qu'on puisse avoir l'assurance que la valeur vraie de l'impulsion réelle, telle que mesurée au(x) point(s) de vérification et dans la direction désirée, est à l'intérieur des tolérances exigées dans les Figures 1, 2 et 3.

Les exigences de la Figure 4 s'appliquent à la réponse en fréquence de la chaîne de mesure sans l'utilisation d'un filtre passe-bas sur le signal de pilotage. Lorsqu'un filtre passe-bas est

utilisé, il convient que les caractéristiques du filtre soient telles que sa fréquence de coupure  $f_g$  (point à -3 dB) ne soit pas inférieure à:

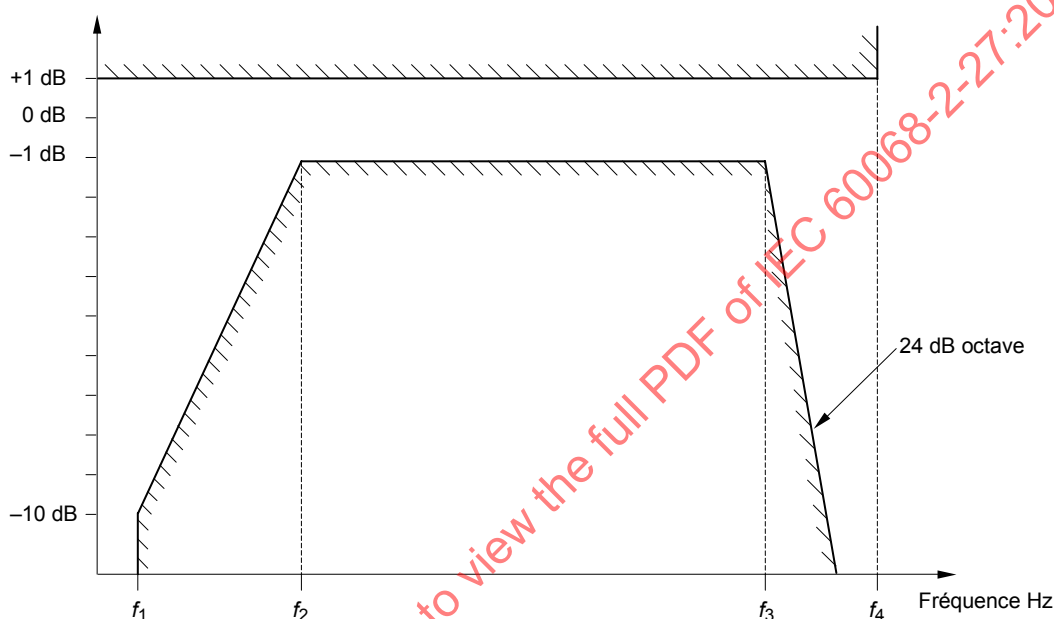
$$f_g = \frac{1,5}{D}$$

où

$f_g$  est la fréquence de coupure d'un filtre passe-bas en kHz;

$D$  est la durée d'impulsion en ms.

La réponse en fréquence de l'ensemble de la chaîne de mesure, y compris l'accéléromètre, peut avoir un effet notable sur la précision et doit respecter les limites données à la Figure 4 (voir aussi l'Article A.5).



IEC 306/08

| Durée de l'impulsion<br>ms | Coupure en basses fréquences<br>Hz |       | Coupure en hautes fréquences<br>kHz | Fréquence au-delà de laquelle la réponse peut dépasser le niveau de +1 dB<br>kHz |
|----------------------------|------------------------------------|-------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                            | $f_1$                              | $f_2$ | $f_3$                               | $f_4$                                                                            |
| 0,2 et 0,3                 | 20                                 | 120   | 20                                  | 40                                                                               |
| 0,5                        | 10                                 | 50    | 15                                  | 30                                                                               |
| 1                          | 4                                  | 20    | 10                                  | 20                                                                               |
| 2 et 3                     | 2                                  | 10    | 5                                   | 10                                                                               |
| 6                          | 1                                  | 4     | 2                                   | 4                                                                                |
| 11                         | 0,5                                | 2     | 1                                   | 2                                                                                |
| 16, 18 et 30               | 0,2                                | 1     | 1                                   | 2                                                                                |

NOTE Pour les chocs de durée inférieure ou égale à 0,5 ms, les valeurs de  $f_3$  et  $f_4$  indiquées dans la Figure 4 peuvent paraître excessivement élevées. Dans ce cas, il convient que la spécification particulière indique les valeurs alternatives à adopter.

**Figure 4 – Caractéristiques de fréquence de la chaîne de mesure**

### 4.3 Fixation

Le spécimen doit être fixé sur la table de la machine d'essai au choc ou sur le bâti de fixation conformément à la CEI 60068-2-47.

## 5 Sévérités

La spécification particulière doit prescrire la forme d'impulsion et la sévérité de choc. Les chocs doivent être appliqués dans les trois axes et à la fois dans la direction positive et négative comme exigé par la spécification particulière. Les effets de la gravité doivent être pris en considération lors de l'examen du comportement d'essai. Sauf si des conditions d'usage réelles sont connues ou sauf spécification contraire, on doit utiliser une des formes d'impulsion données en 4.1.1 et une sévérité représentée sur la même ligne au Tableau 1. Les combinaisons préférentielles sont en gras. Les variations de vitesse correspondantes sont également données au Tableau 1.

Le nombre de chocs dans chaque direction peut être choisi parmi les valeurs suivantes:

$3 \pm 0$   
 $100 \pm 5$   
 $500 \pm 5$   
 $1\,000 \pm 10$   
 $5\,000 \pm 10$

NOTE Si, avec les sévérités données ici, on ne peut pas reproduire sur le spécimen les effets de l'environnement connu, la spécification particulière peut prescrire une sévérité appropriée en utilisant l'une des impulsions normalisées données dans les Figures 1, 2 et 3 (voir aussi l'Article A.4).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

Tableau 1 – Sévérités pour les essais de chocs

| Accélération de crête<br>(A) |                | Durée de l'impulsion nominale correspondante<br>(D) | Demi-sinusoïde<br>$\Delta V = 2 / \pi AD \times 10^{-3}$ | Dent-de-scie à pointe finale<br>$\Delta V = 0,5 AD \times 10^{-3}$ | Trapèze<br>$\Delta V = 0,9 AD \times 10^{-3}$ | Notes |
|------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|
| m/s <sup>2</sup>             | g <sub>n</sub> | ms                                                  | m/s                                                      | m/s                                                                | m/s                                           |       |
| 50                           | 5              | 6                                                   | <b>0,2<sup>a</sup></b>                                   | 0,2                                                                | 0,3                                           |       |
| 50                           | 5              | 30                                                  | <b>1</b>                                                 | 0,8                                                                | 1,4                                           |       |
| 60                           | 6              | 11                                                  | 0,4                                                      | <b>0,3</b>                                                         | 0,6                                           | b     |
| 100                          | 10             | 16                                                  | <b>1</b>                                                 | 0,8                                                                | 1,4                                           |       |
| 100                          | 10             | 11                                                  | <b>0,7</b>                                               | 0,6                                                                | 1                                             | c     |
| 100                          | 10             | 6                                                   | <b>0,4</b>                                               | 0,3                                                                | 0,5                                           |       |
| 150                          | 15             | 6                                                   | <b>0,6</b>                                               | 0,5                                                                | 0,8                                           | c     |
| 150                          | 15             | 11                                                  | <b>1,1</b>                                               | 0,8                                                                | 1,5                                           |       |
| 200                          | 20             | 11                                                  | 1,4                                                      | <b>1,1</b>                                                         | 2                                             | b     |
| 250                          | 25             | 6                                                   | <b>1</b>                                                 | 0,8                                                                | 1,4                                           | c     |
| 300                          | 30             | 6                                                   | 1,1                                                      | 0,9                                                                | 1,6                                           |       |
| 300                          | 30             | 18                                                  | <b>3,4</b>                                               | <b>2,7</b>                                                         | <b>4,9</b>                                    |       |
| 400                          | 40             | 6                                                   | <b>1,5</b>                                               | 1,2                                                                | 2,2                                           | c     |
| 400                          | 40             | 11                                                  | 2,8                                                      | <b>2,2</b>                                                         | 4                                             |       |
| 500                          | 50             | 3                                                   | 1                                                        | 0,8                                                                | 1,4                                           |       |
| 500                          | 50             | 11                                                  | <b>3,5</b>                                               | <b>2,8</b>                                                         | <b>5</b>                                      |       |
| 800                          | 80             | 6                                                   | <b>3,1</b>                                               | 2,4                                                                | 4,3                                           | c     |
| 1 000                        | 100            | 2                                                   | <b>1,3</b>                                               | 1                                                                  | 1,8                                           | c     |
| 1 000                        | 100            | 6                                                   | <b>3,8</b>                                               | <b>3</b>                                                           | <b>5,4</b>                                    |       |
| 1 000                        | 100            | 11                                                  | 7                                                        | 5,5                                                                | 9,9                                           |       |
| 2 000                        | 200            | 3                                                   | 3,8                                                      | 3                                                                  | 5,4                                           |       |
| 2 000                        | 200            | 6                                                   | 7,6                                                      | 6                                                                  | 10,8                                          |       |
| 5 000                        | 500            | 1                                                   | <b>3,2</b>                                               | 2,5                                                                | 4,5                                           |       |
| 10 000                       | 1 000          | 1                                                   | 6,4                                                      | 5                                                                  | 9                                             |       |
| 15 000                       | 1 500          | 0,5                                                 | <b>4,8</b>                                               | 3,8                                                                | 6,8                                           |       |
| 30 000                       | 3 000          | 0,2                                                 | 3,8                                                      | 3                                                                  | 5,4                                           |       |
| 30 000                       | 3 000          | 0,3                                                 | 5,7                                                      | 4,5                                                                | 8,1                                           |       |
| 50 000                       | 5 000          | 0,3                                                 | 9,5                                                      | 7,5                                                                | 13,5                                          | d     |
| 100 000                      | 10 000         | 0,2                                                 | 12,7                                                     | 10                                                                 | 18                                            | D     |

<sup>a</sup> Les formes d'impulsion préférentielles sont imprimées en gras.

<sup>b</sup> Recommandations données dans RTCA DO 160E/F: 6 g «choc fonctionnel», 3 par direction; 20 g «choc par collision», 1 par direction.

<sup>b</sup> Sévérités préférentielles pour les chocs répétitifs.

<sup>d</sup> Il est possible que ces chocs ne puissent pas être obtenus avec les exigences sévères de cette norme.

## **6 Préconditionnement**

La spécification particulière peut prescrire un preconditionnement.

## **7 Mesures initiales et essai de performance de fonctionnement**

Le spécimen doit être soumis aux vérifications visuelles, dimensionnelles et fonctionnelles ainsi qu'à toute autre vérification prescrite par la spécification particulière.

## **8 Epreuve**

Le nombre de chocs prescrit dans la spécification particulière doit être appliqué successivement dans chaque direction de trois axes du spécimen perpendiculaires entre eux. Lorsque l'essai porte sur plusieurs spécimens identiques, on peut les orienter afin d'appliquer les chocs simultanément selon ces trois axes (voir Article A.7).

Lorsque la position du spécimen, quand il sera monté ou transporté, est connue, et puisque les chocs sont généralement plus significatifs dans un sens, la spécification particulière doit indiquer le nombre de chocs spécifié devant être appliqué, ainsi que l'axe, la direction et la position. Sinon trois axes et deux directions doivent être soumis aux essais. Par exemple, les niveaux les plus élevés d'accélération de choc sont généralement le long de l'axe vertical. Lorsque la position de transport est connue, il convient que les chocs soient appliqués selon ce qui sera l'axe vertical et vers le haut. Lorsque la position n'est pas connue, le nombre spécifié de chocs doit être appliqué dans chacun des axes prescrits par la spécification particulière (voir Article A.7).

La spécification particulière doit indiquer si le spécimen doit fonctionner pendant les essais et si une surveillance fonctionnelle est nécessaire.

## **9 Reprise**

Il est parfois nécessaire de laisser s'écouler un certain temps après l'épreuve et avant les mesures finales pour permettre au spécimen de se retrouver dans les mêmes conditions qu'au début des mesures initiales, par exemple en ce qui concerne la température. La spécification particulière doit alors prescrire les conditions de reprise.

## **10 Mesures finales**

Le spécimen doit être soumis aux vérifications visuelles, dimensionnelles et fonctionnelles, ainsi qu'à toute autre vérification prescrite par la spécification particulière.

La spécification particulière doit donner les critères sur lesquels doit être fondée la décision d'acceptation ou du rejet du spécimen.

## 11 Renseignements que doit donner la spécification particulière

Lorsque cet essai est inclus dans une spécification particulière, les détails suivants doivent y être donnés, dans la mesure où ils sont applicables, en faisant particulièrement attention aux points repérés par un astérisque (\*), car ce renseignement doit toujours être donné.

|                                                         | Articles     |
|---------------------------------------------------------|--------------|
| a) Forme d'impulsion *                                  | 4.1.1 et A.3 |
| b) Tolérances                                           | 4.1.1 et A.5 |
| c) Variation de vitesse                                 | 4.1.3 et A.6 |
| d) Mouvement axial transversal                          | 4.1.4        |
| e) Axe d'excitation, position d'essai et axes d'essai * | 8            |
| f) Méthode de fixation *                                | 4.3          |
| g) Sévérité *                                           | 5 et A.4     |
| h) Directions et nombre de chocs*                       | 5 et 8       |
| i) Pré-conditionnement                                  | 6            |
| j) Mesures initiales                                    | 7            |
| k) Essai de performance de fonctionnement               | 7            |
| l) Modes de fonctionnement et surveillance              | 8            |
| m) Reprise                                              | 9            |
| n) Critères d'acceptation et de rejet *                 | 10           |
| o) Mesures finales                                      | 10           |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

## 12 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai

Le rapport d'essai doit présenter au moins les informations suivantes:

1. Client (nom et adresse)
2. Laboratoire d'essai (nom et adresse)
3. Identification du rapport d'essai (date de parution, numéro unique)
4. Dates des essais
5. Objet de l'essai (essai de développement, d'homologation, etc.)
6. Norme d'essai, édition (procédure d'essai appropriée)
7. Description du spécimen d'essai (numéro d'identification unique, dessin, photo, quantité, commentaire sur l'état initial du spécimen d'essai, etc.)
8. Montage du spécimen d'essai (numéro d'identification de la fixation, dessin, photo de l'axe d'excitation)
9. Axe d'excitation (position d'essai et axes d'essai)
10. Performance de l'appareillage d'essai (mouvement transversal, etc.)
11. Chaîne de mesure, emplacement du capteur (description, dessin, photo)
12. Incertitudes du système de mesure (données d'étalonnage, dernière date et prochaine date)
13. Mesures initiales, intermédiaires ou finales
14. Sévérités requises (à partir de la spécification d'essai)
15. Sévérités d'essai avec la documentation (Points de mesure)
16. Résultats des essais (commentaire sur l'état du spécimen d'essai)
17. Observations au cours des essais et actions entreprises
18. Résumé de l'essai
19. Gestionnaire de l'essai (nom et signature)
20. Distribution (liste des personnes recevant le rapport)

NOTE Il est recommandé qu'une liste de contrôle des essais soit écrite, dans laquelle les essais sont documentés, par exemple, au moyen d'une liste chronologique des cycles d'essais avec les paramètres d'essais, les observations émises au cours des essais et les actions entreprises, ainsi que des fiches techniques sur les mesures réalisées. La liste de contrôle des essais peut être fournie avec le rapport d'essai.

## **Annexe A** (normative)

### **Sélection et application des formes d'impulsion – Guide**

#### **A.1 Introduction**

L'essai décrit dans cette norme propose une méthode pour reproduire les effets sur un spécimen pendant son transport ou son utilisation. L'essai ne reproduit pas nécessairement l'environnement réel.

Les paramètres donnés sont normalisés et les tolérances adéquates sont choisies de façon à obtenir des résultats comparables lorsqu'un essai est exécuté à des endroits différents par des personnes différentes. La normalisation des valeurs permet aussi de regrouper les composants en catégories correspondant à leur aptitude à supporter certaines sévérités données dans cette norme.

#### **A.2 Applicabilité de l'essai**

De nombreux spécimens risquent d'être soumis à des chocs au cours de leur utilisation, de leur manutention et de leur transport. Ces chocs auront des niveaux extrêmement variables et seront aussi de nature complexe.

L'essai de chocs constitue une méthode qui convient bien à la détermination de l'aptitude d'un spécimen à supporter des conditions à la fois de chocs répétitifs et non répétitifs. L'essai est réalisé sur le spécimen lorsqu'il est monté sur le bâti de fixation ou sur la table de la machine d'essai au choc. Si le spécimen est installé ou transporté sans arrimage et qu'il est soumis à des chocs répétitifs, alors l'essai doit être réalisé selon la CEI 60068-2-55 (voir Annexe C).

L'essai de chocs convient aussi aux essais de robustesse de structure des spécimens de type composants pour la qualification et/ou pour l'assurance de la qualité. Dans ces conditions, il est normal d'utiliser des chocs de forte accélération ayant comme objectif premier d'appliquer une force connue à la structure interne du spécimen, en particulier ceux qui comportent des cavités internes qui représentent des espaces creux (voir Article 1).

Il convient que le rédacteur de spécification se réfère à l'Article 11 de cette norme pour s'assurer que toutes les informations concernant les essais sont fournies.

#### **A.3 Formes d'impulsion (voir Article 1)**

Il existe trois formes d'impulsions 'classiques' d'usage courant pour les essais et elles peuvent être utilisées indifféremment (voir aussi 4.1.1 et Tableau 1).

L'impulsion demi-sinusoïdale convient pour reproduire les effets de chocs résultant d'un impact avec un système linéaire ou retardé par un tel système, par exemple: impact impliquant une structure résistante.

L'impulsion en dent-de-scie à pointe finale a un spectre de réponse plus uniforme que les impulsions demi-sinusoïdale ou trapézoïdale.

L'impulsion trapézoïdale procure une réponse plus élevée sur un spectre de fréquence plus large que l'impulsion demi-sinusoïdale. Il convient de l'utiliser lorsque le but de l'essai est de

reproduire les effets des chocs d'environnements tels que ceux de «boulons explosifs» lors du lancement d'une sonde spatiale ou d'un satellite.

NOTE L'impulsion demi-sinusoïdale est celle la plus généralement applicable. L'impulsion trapézoïdale n'est pas principalement destinée aux spécimens de type composant.

Des renseignements sur les spectres de réponse aux chocs associés à ces impulsions sont donnés à l'Annexe B.

Lorsque l'on connaît le spectre de réponse aux chocs de l'environnement fonctionnel ou de transport, il convient de se reporter aux Figures A.1, A.2 et A.3 pour choisir la forme d'impulsion qui s'en rapproche le plus. Quand on ne connaît pas le spectre de choc de l'environnement fonctionnel ou de transport, il convient de se référer aux Tableaux A.1 et A.2 qui donnent une liste des sévérités d'essai et formes d'impulsion applicables à des spécimens destinés à différentes classes de transport et d'utilisation.

Pour les spécimens emballés, les chocs subis lors de la manutention et du transport sont souvent d'une nature simple, ce qui permet d'utiliser une impulsion demi-sinusoïdale déterminée par l'observation de la variation de vitesse.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

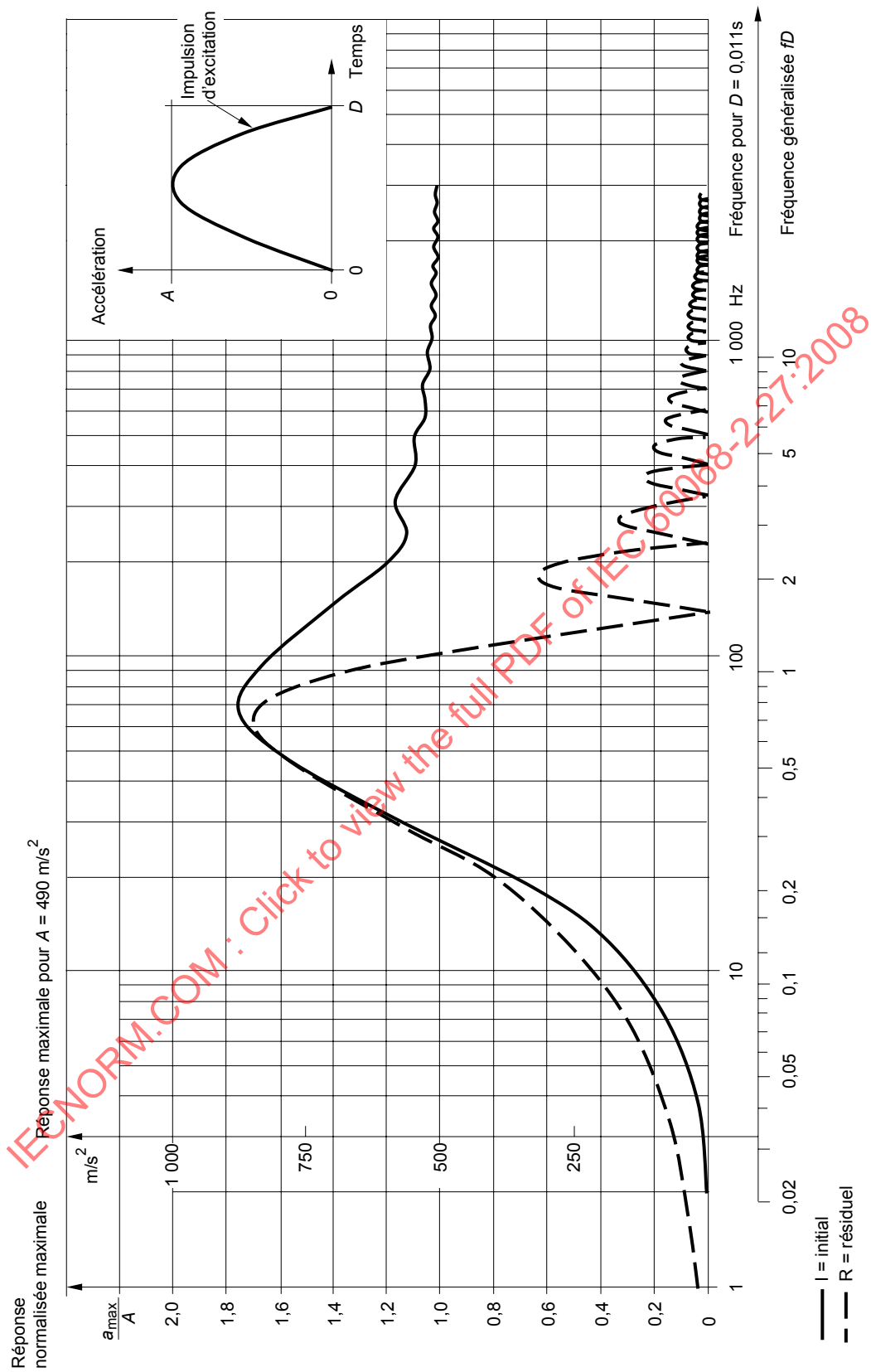


Figure A.1 – Spectre de réponse au choc d'une impulsion demi-sinusoïdale symétrique

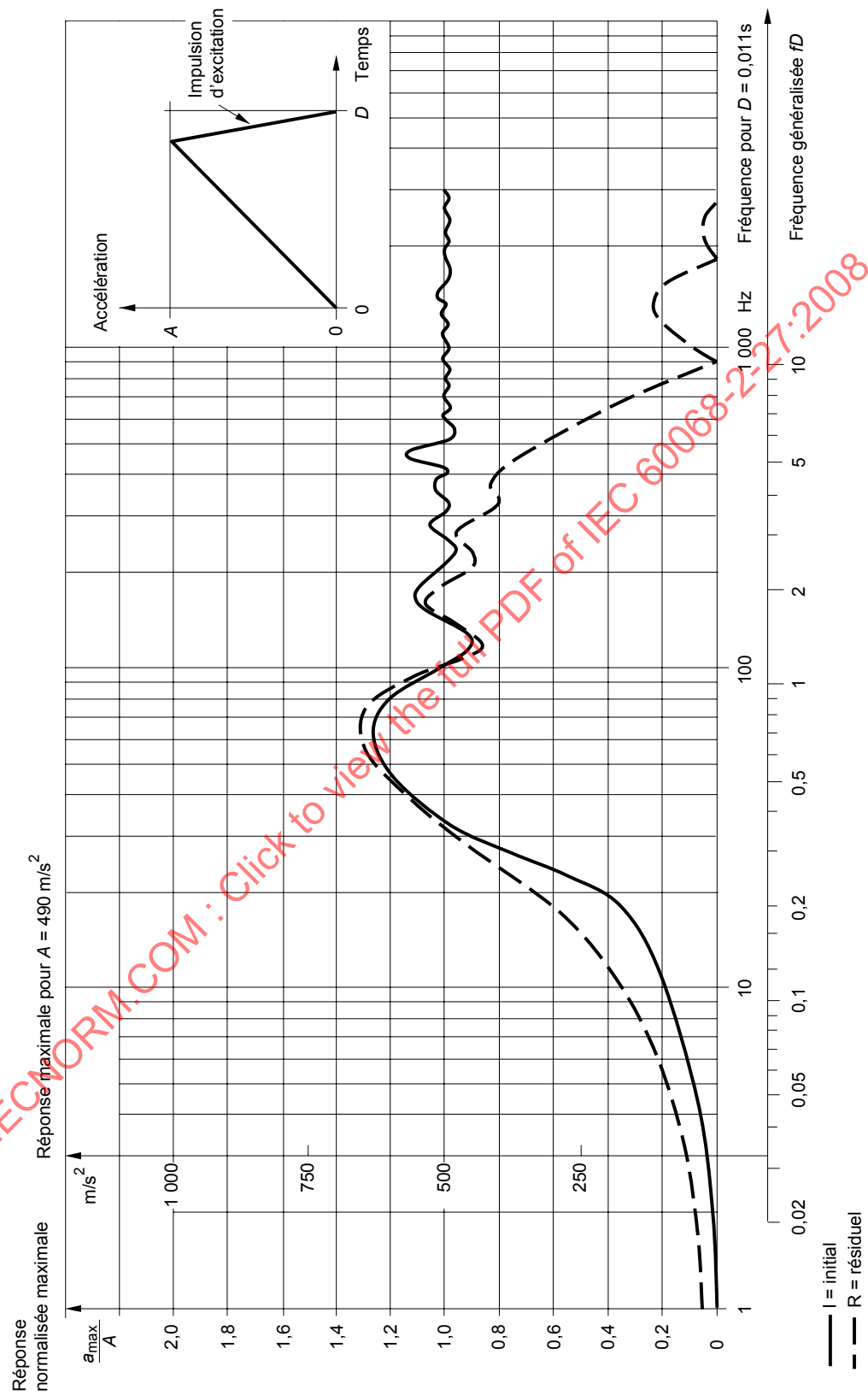
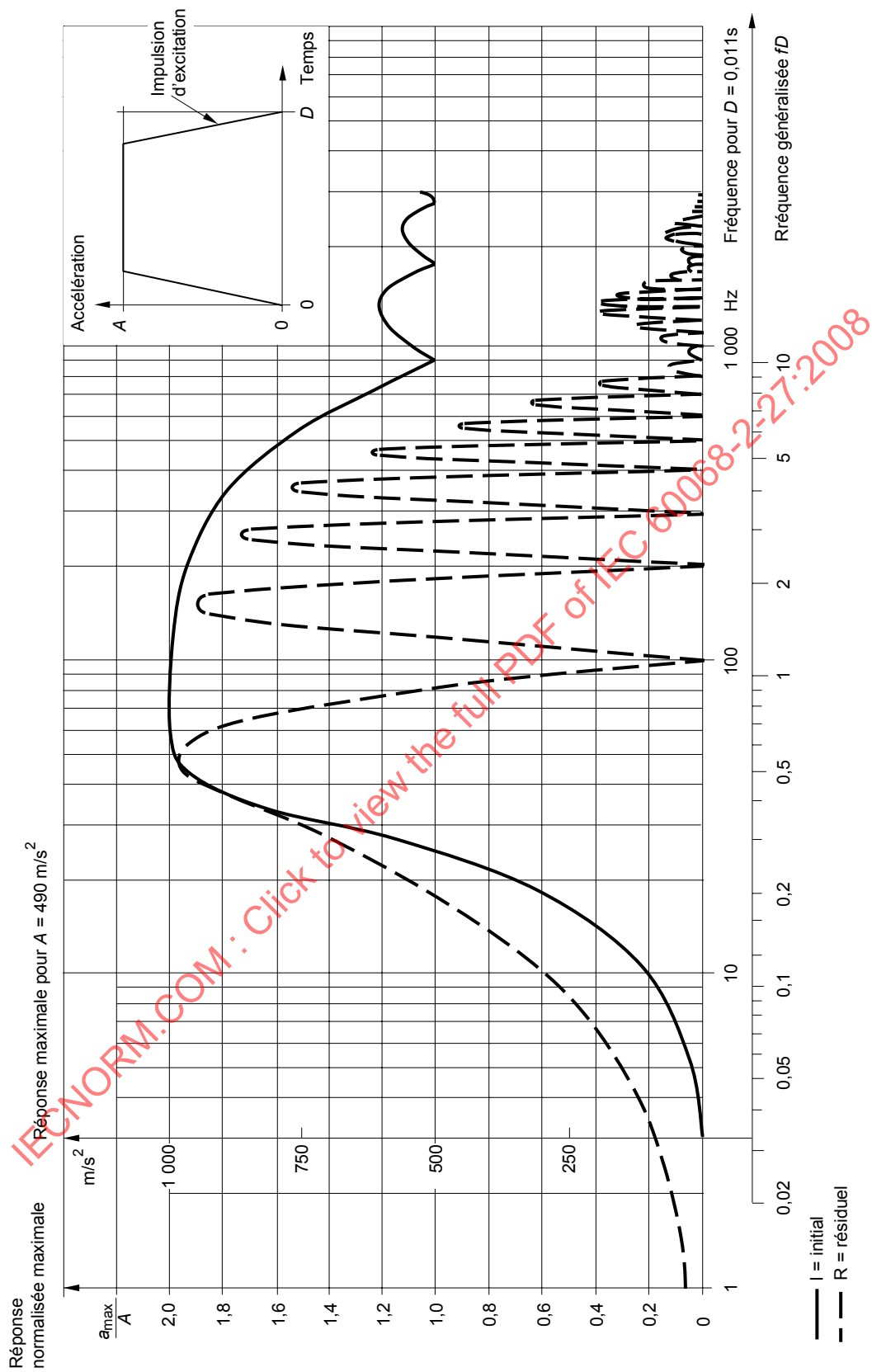


Figure A.2 – Spectre de réponse au choc d'une impulsion en dent-de-scie à pointe finale



IEC 309/08

Figure A.3 – Spectre de réponse au choc d'une impulsion trapézoïdale symétrique

#### A.4 Sévérité de l'essai

Il convient, chaque fois que possible, de déterminer la sévérité de l'essai et la forme de l'impulsion de choc appliquée au spécimen en fonction de l'environnement auquel le spécimen sera soumis, soit pendant son transport, son stockage et sa manutention soit pendant son utilisation, soit pour répondre aux exigences de conception si l'objet de l'essai est une estimation de la robustesse de structure.

Il est souvent approprié de réaliser, sur les mêmes spécimens, un essai de chocs non répétitifs (trois chocs dans chaque axe et dans chaque direction) utilisant des niveaux supérieurs de contraintes pour déterminer l'aptitude du spécimen à résister aux contraintes maximum qu'il peut recevoir durant sa durée de vie normale.

Aussi, un essai de chocs répétitifs à des niveaux inférieurs de contraintes peut être réalisé pour déterminer l'aptitude du spécimen à résister aux chocs pouvant apparaître de manière répétée, peut-être durant son exploitation, durant laquelle l'effet de la fatigue du matériel peut être déterminé.

L'environnement de transport est souvent plus sévère que celui d'utilisation et, dans ce cas, il peut être nécessaire de lier la sévérité d'essai choisie avec lui. Toutefois, bien que l'on puisse seulement exiger que le spécimen survive à son transport, on exigera normalement qu'il puisse fonctionner dans les conditions de son environnement fonctionnel, s'il y a lieu. Par conséquent, il peut être nécessaire de faire des essais de chocs dans les deux conditions, en mesurant certains paramètres après l'épreuve «transport» et en faisant des vérifications fonctionnelles pendant l'épreuve «fonctionnement».

Il convient de tenir compte de l'éventuel besoin de ménager une marge de sécurité appropriée entre la sévérité d'essai et les conditions de l'environnement réel.

Quand on ne connaît pas les conditions réelles de transport ou de fonctionnement, il convient de choisir la sévérité appropriée dans le Tableau 1 qui donne une liste des sévérités d'essais applicables dans plusieurs cas de transport et d'utilisation.

Il faut insister sur le fait que l'essai de chocs est empirique et qu'il est d'abord un essai de robustesse conduisant à un certain degré de confiance. Il n'est pas destiné à simuler avec précision l'environnement réel.

En déterminant la sévérité de l'essai, il est recommandé que le rédacteur de spécifications prenne en compte les informations données dans les normes appropriées de la série CEI 60721, en se souvenant que les CEI 60721-3-1 et CEI 60721-3-5 ont pour objet de donner des valeurs de chocs effectivement rencontrés dans la pratique, alors que le but de cette norme est de normaliser des chocs susceptibles de produire les mêmes effets que les chocs réellement subis.

**Tableau A.1 – Exemples de formes d'impulsions et de sévérités d'essai typiques de certaines applications**

NOTE 1 Ce tableau indique des sévérités qui ne sont pas obligatoires mais caractéristiques pour certaines applications. Il convient de se souvenir qu'il y a des cas où les sévérités réelles diffèrent de celles que donne le tableau.

NOTE 2 Les sévérités indiquées dans le tableau A.1 concernent les essais de chocs non répétitifs (trois chocs dans chaque axe et dans chaque direction). Pour les sévérités des essais de chocs répétitifs, voir le tableau A.2.

| Sévérité              |       |       | Forme d'impulsion                                                       | Utilisation composant                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Utilisation matériel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Accélération de crête |       | Durée |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| m/s <sup>2</sup>      | $g_n$ | ms    |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 150                   | 15    | 11    | Demi-sinusoïde<br>Dents-de-scie à pointe finale<br>Trapèze              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Essai fondamental pour la robustesse, les manutentions, le transport<br><br>Matériels terrestres à poste fixe ou seulement transportés par route, rail ou air, dans des emballages arrimés résistant aux chocs                                                                                                                                                                         |
| 300                   | 30    | 18    | Demi-sinusoïde<br>Dents-de-scie à pointe finale<br>Trapèze              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Robustesse de structure des montages<br><br>Matériels installés ou transportés arrimés dans des véhicules routiers ou ferroviaires normaux ou dans des avions de transport                                                                                                                                                                                                             |
| 500                   | 50    | 11    | Demi-sinusoïde<br>Dents-de-scie à pointe finale<br>Trapèze <sup>a</sup> | Composants en emballage arrimés transportés dans des véhicules à roues (routiers ou ferroviaires normaux), avions de transport subsoniques ou supersoniques, navires de commerce ou bateaux<br><br>Composants montés dans des matériels transportés ou installés dans des véhicules à roues (routiers ou ferroviaires normaux), avions de transport subsoniques ou petits bateaux.<br><br>Composants pour installation dans des matériels industriels lourds | Matériels installés ou transportés arrimés dans des véhicules tout terrain<br><br>Matériels transportés sans arrimage dans des véhicules routiers ou ferroviaires normaux et pendant de longues périodes<br><br>Matériels utilisés dans des zones industrielles et soumis à des chocs venant du matériel de manutention mécanique, par exemple: grues d'entrepôts, chariots élévateurs |
| 1 000                 | 100   | 6     | Demi-sinusoïde<br>Dents-de-scie à pointe finale<br>Trapèze <sup>a</sup> | Composants en emballage arrimé, transportés dans des véhicules tout terrain<br><br>Composants montés dans des matériels transportés ou installés dans des véhicules tout terrain<br><br>Composants montés dans des matériels installés dans des avions de transport subsoniques ou supersoniques<br><br>Composants montés dans des matériels transportés sans arrimage dans des véhicules routiers ou ferroviaires pendant de longues périodes               | Chocs dus à des manutentions brutales pendant le transport routier ou ferroviaire<br><br>Chocs de grande intensité dus à la mise à feu, à la séparation d'étages de fusées (véhicules spatiaux), aux secousses aérodynamiques et à la rentrée de véhicules spatiaux<br><br>Matériels portables                                                                                         |

**Tableau A.1 (suite)**

| Sévérité                                                                   |                |       | Forme d'impulsion | Utilisation composant                                                                                                                        | Utilisation matériel                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Accélération de crête                                                      |                | Durée |                   |                                                                                                                                              |                                                                                   |
| m/s <sup>2</sup>                                                           | g <sub>n</sub> | ms    |                   |                                                                                                                                              |                                                                                   |
| 5 000                                                                      | 500            | 1     | Demi-sinusoïde    | Essais de robustesse de structure sur semi-conducteurs, circuits intégrés, microcircuits et micro- assemblages contenant des capteurs ou non | Chocs provoqués par le souffle d'une explosion, à terre, sur mer ou dans les airs |
| 15 000                                                                     | 1 500          | 0,5   | Demi-sinusoïde    | Essais de robustesse de structure sur semi-conducteurs, circuits intégrés et microcircuits                                                   |                                                                                   |
| <sup>a</sup> Non destinée principalement aux spécimens de type composants. |                |       |                   |                                                                                                                                              |                                                                                   |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-27:2008

**Tableau A.2 – Exemples de sévérités typiques de certaines applications**

NOTE Le Tableau A.2 indique des sévérités qui ne sont pas obligatoires mais caractéristiques pour certaines applications. Il convient de se souvenir qu'il y a des cas où les sévérités réelles diffèrent de celles que donne le tableau.

| Sévérité                    |                |       |                                                     | Utilisation composant                                                                                                                             | Utilisation matériel                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------|----------------|-------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Accélération de crête       |                | Durée | Nombre de secousses dans chaque direction spécifiée |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                              |
| Equivalent m/s <sup>2</sup> | g <sub>n</sub> |       |                                                     |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                              |
| 100                         | 10             | 16    | 1 000                                               | Transport de composants fragiles par la route, à l'exclusion du tout terrain                                                                      | Essai général pour la robustesse et pour les matériels installés ou transportés arrimés dans des véhicules à roues, mais sans exigences de tout terrain                                      |
| 150                         | 15             | 6     | 4 000                                               | Essai de robustesse minimale pour les matériels d'usage général lorsque les contraintes mécaniques principales se produisent pendant le transport | Matériels installés dans les appareils de contrôle des machines fixes ou mobiles lourdes, par exemple à proximité des centrales électriques                                                  |
| 250 <sup>a</sup>            | 25             | 6     | 1 000                                               |                                                                                                                                                   | Matériels installés ou transportés arrimés dans des véhicules tout terrain. Matériels installés dans des engins de manutention mécanique, par exemple: grues d'entrepôt, chariots élévateurs |
| 400                         | 40             | 6     | 1 000                                               | Transport de composants destinés à être utilisés dans des matériels non portables                                                                 | Matériels qui peuvent être transportés en vrac dans des véhicules à roues (routiers ou ferroviaires) pour des trajets occasionnels, par exemple: livraison                                   |
| 400 <sup>a</sup>            | 40             | 6     | 4 000                                               | Composants destinés à être utilisés dans des matériels transportables                                                                             | Matériels transportables qui sont fréquemment transportés en vrac dans n'importe quel type de véhicule: ferroviaire, routier ou tout terrain                                                 |
| 1 000                       | 100            | 2     | 4 000                                               | Lampes et contacts à ressort, par exemple pour clés, claviers, téléphones ou tableaux de commande                                                 |                                                                                                                                                                                              |

<sup>a</sup> Il est recommandé de spécifier les sévérités 250 m/s<sup>2</sup> et 400 m/s<sup>2</sup> uniquement pour les spécimens dont la masse nominale est inférieure à 100 kg. Pour les spécimens plus lourds, la sévérité 100 m/s<sup>2</sup> est généralement préférable.

## A.5 Tolérances

La méthode d'essai décrite dans cette norme permet d'atteindre un haut degré de reproductibilité lorsque les exigences sur les tolérances relatives à la forme d'impulsion fondamentale, à la variation de vitesse et au mouvement axial transversal sont respectées.

Il existe cependant quelques exceptions à ces tolérances, notamment lorsqu'il s'agit de spécimens constituant des charges fortement réactives, c'est-à-dire dont la masse et/ou la réponse dynamique influenceraient les caractéristiques de la machine d'essai au choc. Dans