

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Dynamic modules –  
Part 2: Reliability qualification**

**Modules dynamiques –  
Partie 2: Qualification de fiabilité**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62343-2:2011



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Dynamic modules –  
Part 2: Reliability qualification**

**Modules dynamiques –  
Partie 2: Qualification de fiabilité**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

R

ICS 33.180

ISBN 978-2-88912-405-3

## CONTENTS

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                       | 3  |
| INTRODUCTION.....                                                                   | 5  |
| 1 Scope.....                                                                        | 6  |
| 2 Normative references .....                                                        | 6  |
| 3 Terms, definitions and abbreviations .....                                        | 7  |
| 3.1 Terms and definitions .....                                                     | 7  |
| 3.2 Abbreviated terms .....                                                         | 7  |
| 4 Reliability qualification considerations .....                                    | 8  |
| 4.1 General.....                                                                    | 8  |
| 4.2 General consideration approach.....                                             | 8  |
| 4.3 DM product design .....                                                         | 8  |
| 5 Reliability qualification requirements .....                                      | 8  |
| 5.1 General.....                                                                    | 8  |
| 5.2 Demonstration of product quality .....                                          | 9  |
| 5.3 Testing responsibilities .....                                                  | 9  |
| 5.4 Tests.....                                                                      | 10 |
| 5.4.1 Thorough characterization .....                                               | 10 |
| 5.4.2 Reliability qualification of components, parts and interconnections .....     | 10 |
| 5.4.3 Reliability qualification of DM assembly process .....                        | 10 |
| 5.4.4 Reliability qualification of the Design 1 DM .....                            | 10 |
| 5.4.5 Reliability qualification of the Design 2 DM .....                            | 13 |
| 5.4.6 Pass/fail criteria.....                                                       | 15 |
| 5.5 Reliability assessment procedure.....                                           | 15 |
| 5.5.1 Analysis of reliability results .....                                         | 15 |
| 5.5.2 Reliability calculations .....                                                | 16 |
| 5.5.3 Reliability qualification test methods .....                                  | 17 |
| 6 Guidance.....                                                                     | 17 |
| 6.1 FMEA and qualification-by-similarity.....                                       | 17 |
| Bibliography.....                                                                   | 18 |
| Table 1 – Minimum list for tests required on Design 1 DMs .....                     | 12 |
| Table 2 – Minimum list for tests required on Design 2 DMs .....                     | 14 |
| Table 3 – Failure rate of parts.....                                                | 16 |
| Table 4 – Relevant list of IEC reliability test methods for optical components..... | 17 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**DYNAMIC MODULES –****Part 2: Reliability qualification****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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 62343-2 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

| CDV         | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 86C/960/CDV | 86C/978/RVC      |

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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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 62343-2:2011

Withdrawn

## INTRODUCTION

This part of IEC 62243 is dedicated to the subject of reliability qualification of dynamic modules. Since the technology is quite new and still evolving, amendments and new editions to this document can be expected at a shorter interval.

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 62343-2:2011

Withd2M

## DYNAMIC MODULES –

### Part 2: Reliability qualification

#### 1 Scope

This part of IEC 62343 applies to dynamic modules and devices (DMs) which are commercially available. Examples are tuneable chromatic dispersion compensators, reconfigurable optical cross-connects, and dynamic channel equalizers (Optical amplifiers are not included in this list, but are treated in IEC 61291-5-2).

For reliability qualification purposes, some information about the internal components, parts and interconnections is needed; these internal parts are treated as black boxes. This standard gives requirements for the evaluation of DM reliability by combining the reliability of such internal black boxes.

The objectives of this part of IEC 62343 are the following:

- to specify the requirements for the reliability qualification of DMs;
- to give the minimum list of reliability qualification tests, requirements on failure criteria during testing and on reliability predictions, and give the relevant normative references.

#### 2 Normative references

The following 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 61300-2-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-1: Tests – Vibration (sinusoidal)*

IEC 61300-2-4, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-4: Tests – Fibre/cable retention*

IEC 61300-2-12, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-12: Tests – Impact*

IEC 61300-3-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-1: Examinations and measurements – Visual examination*

IEC 62005-9-2, *Reliability of fibre optic interconnecting devices and passive optical components – Part 9-2: Reliability qualification for single fibre optic connector sets – Single mode*

IEC 62372 (all parts), *Fibre optic active components and devices – Reliability standards*

ISO 9000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

### 3 Terms, definitions and abbreviations

#### 3.1 Terms and definitions

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

##### 3.1.1

##### **failure**

non-compliance to product specification or change in parameters as set by the standard or agreed by the customer and supplier

##### 3.1.2

##### **qualification**

commonly used as the abbreviation for Reliability Qualification. It is used as a formal testing to determine whether or not the product is suitable for telecom applications and therefore, “pass or fail” is the expected outcome

NOTE This is different from reliability test, which is in nature a reliability “engineering test”. Reliability tests are designed to understand the reliability consideration or estimate the reliability of the product. Pass or fail is not the main output.

##### 3.1.3

##### **reliability**

There are two common uses of this term:

- a) minimum period of DM continuous operation without failure at specified operating and environmental conditions
- b) probability to perform required functions at specified operating and environmental conditions

NOTE The reliability of a DM is expressed by either of the following two parameters: mean time between failure (MTBF) and failures in time (FIT):

- The MTBF is the mean period of DM continuous operation without any failure at specified operating and environmental conditions.
- The FIT is the number of failures expected in  $10^9$  device-hours at specified operating and environmental conditions.

#### 3.2 Abbreviated terms

Each abbreviation introduced in this International Standard is explained in the text at least the first time it appears. However, for an easier understanding of the whole text, the following is a list of all abbreviations used in this International Standard:

|      |                                   |
|------|-----------------------------------|
| DM   | Dynamic Module                    |
| DS   | Detail Specification              |
| ESD  | Electrostatic Discharge           |
| FIT  | Failure In Time                   |
| FMEA | Failure Mode and Effects Analysis |
| MTBF | Mean Time Between Failure         |
| RH   | Relative Humidity                 |
| UCL  | Upper Confidence Level            |

## 4 Reliability qualification considerations

### 4.1 General

Since DMs are relatively new products in the commercial market and involve different technologies, the requirements included in this standard will need to be reviewed as technology progresses.

### 4.2 General consideration approach

It is worth emphasizing the fundamental approach of reliability qualification adopted in this standard:

- a) Any parts that can be effectively qualified on their individual levels must be qualified at that level. Their qualification shall be based on IEC standards or other industrial standards in the absence of such IEC standards.
- b) The qualification tests required at DM level must be based on the degradation mechanisms and failure modes that cannot be effectively detected in the lower part levels. At the DM level, the qualification tests shall not attempt to discover or identify those degradation mechanisms and failure modes that can be discovered in the lower assembly levels than the final product level. For example, if all parts in the DM can be effectively tested for damp heat-accelerated degradations, there is no need to repeat the damp heat test at the DM level.

### 4.3 DM product design

A DM is an assembly of various components, parts, and interconnections. There are two basic designs in the current commercial DM market:

- a) Design 1: Parts (as a general term that includes components, parts and interconnections used to build a DM from this point on for this standard) are packaged separately. Their packages are usually either hermetic or moisture-resistant. They are integrated into a housing (usually non-hermetic or not moisture-resistant).
- b) Design 2: Some parts used in DMs are unpackaged basic optical elements (e.g. crystals, lenses, mirrors, etc.). These parts cannot be effectively qualified by themselves. These parts/elements are integrated and packaged inside a hermetic box or moisture-resistant box.

In Design 1, the individual parts can be tested and qualified individually and therefore, the DM qualification does not have to repeat the tests that are performed in the part levels for the same degradation mechanisms and failure modes.

In Design 2, the DM qualification is again focused on the tests that cannot be effectively performed in the lower assembly levels (i.e., the basic part level). However, in this case there are usually more tests required since the parts cannot be effectively tested at the part level individually.

Due to the differences in the designs, and therefore different mechanisms and failure modes, different qualification test approaches must be developed separately. They are described in 5.4.4 for Design 1 and 5.4.5 for Design 2, respectively.

## 5 Reliability qualification requirements

### 5.1 General

For the purpose of this International Standard, each internal component, part, and interconnection shall be treated as a black box. It is also important to point out that the parts in the DM of this design include the fibre splicing, fibre routing, and fibre anchoring, as well as how the fibre exits from the housing and how parts are mounted.

This International Standard is based on the assumption that the reliability of a DM can be evaluated with sufficient confidence from the FIT rates of its internal black boxes when the assembly process of the constituents has been qualified.

There are degradation and failures not due to part failures. An example is the fibre routing and fibre holders. The quality and reliability of the assembling, for example fibre routing, must be assessed and qualified through the process evaluation and qualification. The procedures to qualify the assembly process are described in 5.4.3.

The internal black boxes often constituting a DM are listed below.

- Passive optical components, including patch cords, pigtails, connectors and splices.
- Active optical components.
- Electronics, including PCBs, electrical connectors, etc.
- Others (e.g., the fibre splicing, fibre routing, and fibre anchoring, as well as how the fibre exits from the housing and how components are mounted).

The DM manufacturers shall declare the number and type of the internal black boxes constituting the DM and give the failure rates (in FITs) for each black box.

The DM failure rate shall be calculated by suitably combining the failure rates in FITs of its black boxes, as described in the next section. The model and assumptions used in DM failure rate calculation must be provided and justified for review, if the DM Manufacturer is so requested.

## **5.2 Demonstration of product quality**

Since the reliability qualification tests are performed on a limited number of units, it is essential to have a quality management system in place to assure that the quality of all units is consistent. Testing on a limited number of samples will be representative of the production units to be delivered after the qualification is completed.

This International Standard (where required by the detailed specification) specifies the minimum mandatory requirements to assess reliability qualification of a DM and is intended to be part of a total DM reliability program and quality management system developed and implemented by the DM manufacturer.

The DM manufacturer shall demonstrate:

- a documented and audited manufacturing process, including the reliability qualification of purchased parts, in accordance with ISO 9000;
- Performance data of production units shall be available for review, and its distribution must show processes are under adequate controls;
- a reliability qualification programme, including, for example, accelerated life testing, burn-in and screening of parts and DMs;
- a reliability qualification maintenance programme to ensure continuity of qualification status (this can be achieved by means of periodic reliability qualification tests of the product or similar products);
- a procedure to ensure an appropriate feedback to development and production on reliability issues.

## **5.3 Testing responsibilities**

The DM manufacturer is responsible to perform reliability qualification testing.

The testing detailed in this standard is to be performed by the DM manufacturer. Additional testing may be specified in the detailed specification.

## **5.4 Tests**

### **5.4.1 Thorough characterization**

A thorough characterisation of the product for its performance (may be beyond those in the performance specifications) over all operating conditions (may be beyond those in the operating condition specifications) shall be performed. The data shall be collected and analysed (minimal for the mean and standard deviation), and be available for review.

### **5.4.2 Reliability qualification of components, parts and interconnections**

All components, parts, and interconnections used to build DMs shall be qualified according to the appropriate IEC standards for each of them. The components may include, but are not limited to, variable optical attenuators (VOAs), taps/splitters, detectors, isolators, circulators, electronic components, splicing connections (including the packaging or re-coating), crystals, mirrors, prisms, etc.

If the IEC standards for the parts are under development or not yet available, the IEC standards for parts of similar failure modes and degradation mechanisms should be adopted. An analysis of similarity of failure modes and degradation mechanisms shall be provided to support the approach.

Considerations must be given to designs that use many pieces of same parts. The failure rates of such parts may significantly contribute to the overall system failure rate or downtime. The cumulative degradation from individual parts should also be investigated. The results may require tests on additional samples or more stringent failure definitions.

Additionally, the pass/fail criteria of the part qualification must be thoroughly examined to determine whether or not the part qualification is adequate. For an example, if several 1x2 taps are used in a series design, not only the failure rate but also the degradation is multiplied (i.e. 0,5 dB pass/fail criterion is multiplied), which may not be acceptable. The pass/fail criterion of the parts commonly defined as 0,5 dB changes in insertion loss is much too loose for the needs of a product such as a DM. The assessment of tighter criteria must be carried out and the qualification status justified.

### **5.4.3 Reliability qualification of DM assembly process**

Fibre routing and component mounting are both important module assembling processes, and they can be significant failure rate contributors if they are not done properly. Their designs and processes must be thoroughly documented and tested. Any changes must be supported by adequate experiment data.

If the fibre routing is thoroughly documented and controlled (e.g., through performance measurements before and after routing) and the final DM is qualified, the fibre routing process can be considered as a qualified process and can be used in other similar products to produce a product that is claimed to be qualified by similarity.

### **5.4.4 Reliability qualification of the Design 1 DM**

As described in 5.1 for Design 1, parts (components used to build a DM) are packaged separately. Their packages are usually either hermetic or moisture-resistant. They are integrated into a housing (usually non-hermetic or not moisture-resistant).

A reliability qualification procedure related to the complete DM is described in Table 1. It gives the minimum list of tests to be performed on DMs in order to assure reliability.

On the basis of the reliability assurance required for the reliability tests for the DM internal black boxes, the sampling level is generally low (for example a few samples for each DM type).

In some specific cases the use of adhesives in the DM can be considered as a critical process and shall require separate qualification. Depending on the possible function of the adhesive (mechanical anchoring, splice protection, index matching, etc.), the different failure modes shall be addressed and supported by reliability/qualification data.

The main point in the reliability qualification of the Design 1 DM is to ensure the reliability of each part is not degraded in the manufacturing process used.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62343-2:2011

Withd2M

**Table 1 – Minimum list for tests required on Design 1 DMs**

| Test                               |                            | Condition                                                                       | Duration                        | Samples |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------|
| Active high temperature aging      |                            | 85 °C                                                                           | 2 000 h                         | 3       |
| Operational temperature cycling    |                            | $T_{op, min}/T_{op, max}$<br>>1 °C/min                                          | $Q = 100$ cycles                | 3       |
| Non-operational mechanical test    | Drop (impact) <sup>a</sup> | 100 mm height drop for <10 kg & 75 mm drop for 10 kg-25 Kg                      | See table below in <sup>c</sup> | 3       |
|                                    | Vibration <sup>b</sup>     | 10 to 55Hz, 1,52 mm, 1octave/min                                                | 2 h per direction               | 3       |
|                                    | Pull                       | 5/10/100 N <sup>c</sup>                                                         | See table below in <sup>c</sup> | 3       |
| Operational shock <sup>d</sup>     |                            | 40 G, 5ms for +/-z-axis,<br>20 G, 5ms for +/-x-axis,<br>10 G, 5ms for +/-y-axis | 3 times/direction               | 3       |
| Operational vibration <sup>d</sup> |                            | 50 to 500 Hz,<br>2 G for z-axis,<br>1 G for x-axis,<br>0,5 G for y-axis         | 2 sweeps/direction              | 3       |

NOTE 1 No failures are allowed.

NOTE 2 Tests may be performed sequentially or in parallel.

NOTE 3 If the storage temperature is lower than the specified humidity temperature, another test at  $T_{stg,max}$  and RH ≥ 85 % is done.

NOTE 4 For “operational” tests, relevant parameters should be monitored during the test.

NOTE 5 A reference to the temperature cycle test method is provided in Annex B.

NOTE 6  $T_{stg,min}$  is the DM minimum storage temperature;  
 $T_{stg,max}$  is the DM maximum storage temperature;  
 $T_{op,max}$  is the DM maximum operating temperature;  
G is the standard value of gravity acceleration (9,806 65 m/s<sup>2</sup>).

<sup>a</sup> Mechanical test: Impact (drop) (IEC 61300-2-12 for drop)

| Mass<br>kg | Drop height<br>mm |
|------------|-------------------|
| 0 to < 10  | 100               |
| 10 to < 25 | 75                |

<sup>b</sup> Mechanical test: vibration(sinusoidal, IEC 61300-2-1)

<sup>c</sup> Pigtail testing (pull test) [the first figure in each row is the outer diameter of the buffered or cabled fibre to which the specified test conditions do apply]

|                        |                                                                                                            |           |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Cable retention (pull) | 2 mm: 20 to100 N, 3 times, 5 s pulls<br>900 µm 10 N, 3 times, 5 s pulls<br>250 µm: 5 N, 3 times, 5 s p□lls | 61300-2-4 |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

<sup>d</sup> The directions of the x, y and z-axes are defined by mounting direction to a board in a equipment (x-axis: the direction which is according to the front and back of the board to be mounted when the board is installed in a piece of equipment, y-axis: the direction which is according to the gravity (up and down) of the board to be mounted when the board is installed in a piece of equipment, z-axis: the direction which is perpendicular to the board to be mounted.) If a tester cannot define the mounting direction, the test shall be done in the most severe conditions for all directions.

It is essential that the evaluated DMs are entirely representative of standard production and have passed all the production procedures and/or specified (where applicable in the DS) burn-in and screening procedures.

Aspects of the test conditions not provided in the present standard are given in the relevant detail specifications.

#### **5.4.5 Reliability qualification of the Design 2 DM**

In this DM design, Design 2, not all parts can be effectively tested by themselves (see 4.2). Therefore, many of the long-term environmental tests can only be effectively tested and qualified in the DM final product assembly level.

For example, some of the parts may have been qualified by the damp heat test but others may not pass the damp heat test as required for telecommunications applications. Therefore, the DM units with all the parts assembled must be tested in damp heat conditions. This may seem redundant but it is necessary.

Table 2 gives a minimum list for tests required on Design 2 DMs.

**Table 2 – Minimum list for tests required on Design 2 DMs**

| Test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            | Condition                                                                          | Duration             | Samples        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------|
| Active high temperature aging                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            | 85 °C                                                                              | 2 000 h              | 3              |
| Operational temperature cycling                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            | $T_{op, min}/T_{op, max}$<br>$>1^{\circ}\text{C}/\text{min}$                       | $Q = 100$ cycles     | 3              |
| Damp heat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            | 85°C/85% RH <sup>a</sup>                                                           | $Q = 500$ h          | 3              |
| Non-operational mechanical test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Drop (impact) <sup>b</sup> | 100 mm height drop for <10 Kg & 75 mm drop for 10 Kg-25 Kg                         | See table below in d | 3              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vibration <sup>c</sup>     | 10 to 55Hz, 1,52mm, 1octave/min                                                    | 2 h per direction    | 3              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Pull <sup>d</sup>          | 5/10/100 N                                                                         | See table below in d | 3              |
| Operational shock <sup>e</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            | 40 G, 5ms for +/- z-axis,<br>20 G, 5ms for +/- x-axis,<br>10 G, 5ms for +/- y-axis | 3 times/direction    | 3              |
| Operational vibration <sup>e</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                            | 50 to 500 Hz,<br>2 G for z-axis,<br>1 G for x-axis,<br>0,5 G for y-axis            | 2 sweeps/direction   | 3              |
| Hermeticity (checked before and after liquid-to-liquid thermal shock)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                            | $\Delta T = 100^{\circ}\text{C}$                                                   | 15 cycles            | 3<br>dummy box |
| <p>NOTE 1 No failures are allowed.</p> <p>NOTE 2 Tests may be performed sequentially or in parallel.</p> <p>NOTE 3 If the storage temperature is lower than the specified humidity temperature, another test at <math>T_{stg, max}</math> and RH <math>\geq 85\%</math> is done.</p> <p>NOTE 4 For “operational” tests, relevant parameters should be monitored during the test.</p> <p>NOTE 5 A reference to the temperature cycle test method is provided in annex B.</p> <p>NOTE 6 <math>T_{stg, min}</math> is the DM minimum storage temperature;<br/> <math>T_{stg, max}</math> is the DM maximum storage temperature;<br/> <math>T_{op, max}</math> is the DM maximum operating temperature;<br/> G is the standard value of gravity acceleration (9,80665 m/s<sup>2</sup>).</p> |                            |                                                                                    |                      |                |

a Damp heat: the damp heat test at 85 °C/85 % RH for 100 hours has been advocated by some manufacturers. These test conditions may be used. Otherwise, the damp heat test at 40 °C/93 % RH for a much longer duration may be used with the actual duration to be determined by the acceleration factor.

b Mechanical test: impact (IEC 61300-3-12)

| Mass<br>kg | Drop height<br>mm |
|------------|-------------------|
| 0 to < 10  | 100               |
| 10 to < 25 | 75                |

c Mechanical test: vibration (sinusoidal, IEC 61300-2-1)

d Pigtail testing (pull test) [the first figure in each row is the outer diameter of the buffered or cabled fibre to which the specified test conditions do apply]

|                             |                                    |           |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------|
| Cable retention □<br>(pull) | 2 mm: 20-100 N, 3 times, 5 s pulls | 61300-2-4 |
|                             | 900 µm 10 N, 3 times, 5 s pulls    |           |
|                             | 250 µm: 5 N, 3 times, 5 s pulls    |           |

e The direction of the x, y and z-axes are defined by mounting direction to a board in a piece of equipment (x-axis: the direction which is according to the front and back of the board to be mounted when the board is installed in a piece of equipment, y-axis: the direction which is according to the gravity (up and down) of the board to be mounted when the board is installed in a piece of equipment, z-axis: the direction which is perpendicular to the board to be mounted.) If a tester cannot define the mounting direction, the test shall be done in the most severe conditions for all directions.

It is essential that the evaluated DMs are entirely representative of standard production and have passed all the production procedures and/or specified (where applicable in the DS) burn-in and screening procedures.

Aspects of the test conditions not provided in the present standard are given in the relevant standards.

#### 5.4.6 Pass/fail criteria

It should be noted that the commonly used failure criterion of a drift of higher than 0,5 dB in insertion loss (IL) is a guideline. For DWDM DMs, such as wavelength blockers, centre wavelength drift shall be defined as a failure criterion. The actual and practical criteria should be developed based on the degradation allowed for the expected life of the product. An example is provided below to illustrate the determination.

Example:

- The acceleration factor of the testing condition to the operating condition is 50.
- The beginning-of-life parametric measurement is 1,0 dB below the End-Of-Life spec.
- Assume the expected life is 20 years.
- Allowed degradation for a 2 000-hour testing is:  $(1,0 \times 50 \times 2\,000) / (20 \times 365,25 \times 24) = 0,57$  dB
- Readers should be noted that not only IL is a parameter should be considered for pass/fail, but also are other parameters to be included.

### 5.5 Reliability assessment procedure

#### 5.5.1 Analysis of reliability results

The DM customer/SS shall have a procedure to analyze and verify reliability claims of a DM manufacturer. In particular, the procedure should include the analysis of:

- lifetest data for the complete dynamic module;
- lifetest data for internal parts;

- environmental test results.

The analysis of results leads to reporting the reliability parameters of the DM for each type of device or sub-system. Minimum reliability parameters shall be presented as in table 4 (see below).

### 5.5.2 Reliability calculations

A reliability prediction regarding the complete DM is provided by the DM manufacturer, based on the failure rates (in FIT “failure in time”) of the internal black boxes composing the DM (Design 1) or based on the data for the complete DM (Design 2).

The failure rates of the internal black boxes shall be given by the DM manufacturer taking into account the basic values issued from the cumulated component-hours issued from the different parts included in DM. The calculations for each internal black box shall be based on the current standards regarding reliability calculations.

The reliability calculations will also include the wear-out failures. The FIT figures given for each internal black box shall take into account all expected failure modes.

The FIT figures of the internal black boxes shall be combined to give the failure rate of the Design 1 DM as explained in Table 3.

**Table 3 – Failure rate of parts**

| Element                                                                 | Number of elements | Measured value (UCL 95 %) |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Splice                                                                  | $n_2$              | $A_2$                     | FIT (random failure)              |
| Connector                                                               | $n_3$              | $A_3$                     | FIT (random failure)              |
| Electronics                                                             | $n_4$              | $A_4$                     | FIT (random failure)              |
| Active component type 1                                                 | $n_{(4+1)}$        | $A_{(4+1)}$               | FIT (random and wear-out failure) |
| Active component type 2                                                 | $n_{(4+2)}$        | $A_{(4+2)}$               | FIT (random and wear-out failure) |
| .....                                                                   |                    |                           |                                   |
| Active component type m                                                 | $n_{(4+m)}$        | $A_{(4+m)}$               | FIT (random and wear-out failure) |
| Other internal component type 1                                         | $n_{(4+m+1)}$      | $A_{(4+m+1)}$             | FIT (random failure)              |
| Other internal component type 2                                         | $n_{(4+m+2)}$      | $A_{(4+m+2)}$             | FIT (random failure)              |
| .....                                                                   |                    |                           |                                   |
| Other internal component type h                                         | $n_{(4+m+h)}$      | $A_{(4+m+h)}$             | FIT (random failure)              |
| Passive optical component type 1                                        | $n_{(4+m+h+1)}$    | $A_{(4+m+h+1)}$           | FIT (random failure)              |
| Passive optical component type 2                                        | $n_{(4+m+h+2)}$    | $A_{(4+m+h+2)}$           | FIT (random failure)              |
| .....                                                                   |                    |                           |                                   |
| Passive optical component type k                                        | $n_{(4+m+h+k)}$    | $A_{(4+m+h+k)}$           | FIT (wear-out failure)            |
| Fibre routing                                                           |                    |                           |                                   |
| Optical component attachment                                            | $n_{(4+m+h+k)}$    | $A_{(4+m+h+k)}$           | FIT                               |
| Any other failure modes identified in FMECA                             | $n_{(4+m+h+k)}$    | $A_{(4+m+h+k)}$           | FIT                               |
| TOTAL FAILURE RATE                                                      |                    | $\sum_i A_i * n_i$        |                                   |
| NOTE $n_i$ is the number of components of each type included in the DM. |                    |                           |                                   |

### 5.5.3 Reliability qualification test methods

Table 4 shows a list of normative references relevant reliability qualification tests and test conditions for constituting components used for DMs.

**Table 4 – Relevant list of IEC reliability test methods for optical components**

| Constituting components    | Reference (Reliability qualification document number) |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|
| Passive optical components | 62005-9-1                                             |
| Optical connectors         | 62005-9-1                                             |
| Active optical components  | 62572 series                                          |

## 6 Guidance

### 6.1 FMEA and qualification-by-similarity

It is worth emphasizing that the reliability assessment or qualification tests must be based on the degradation mechanisms and failure modes. The appropriate accelerated tests can be developed once the degradation mechanisms, failure modes, and their acceleration factors are understood. To begin with, the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) should be developed. A set of reliability tests should be planned and conducted as the result of FMEA. The testing results can be used to develop additional tests or refined tests to better understand the degradation mechanisms or develop the acceleration models.

Where a range of dynamic modules is produced by a DM manufacturer, there may be some significant similarity between different type codes. A combination of results from different test programmes, where appropriate, is therefore permitted.

Consideration should be given to the fact that minor differences in technology or processing can sometimes have a major impact on reliability, whilst not being apparent during quality assessment.

As a minimum, FMEA must be carried out for all varieties of products that are considered “similar” and claimed to be “qualified” by “similarity”. FMEA must be done thoroughly in order to be an effective tool to consider “Qualified-By-Similarity”. Its thoroughness can be checked against the failure mode analysis (FMA) to manufacturing drop-out and customer returns.

NOTE Evidence should be presented which demonstrates that all results are directly relevant.

## Bibliography

IEC 61751: *Laser modules used for telecommunication – Reliability assessment*

IEC TR 61931: *Fibre optic – Terminology*

IEC 61291-5-2: *Optical amplifiers – Part 5-2: Qualification specifications – Reliability qualification for optical fibre amplifiers*

IEC 62343-6-5: *Part 6-5 Dynamic Modules – Investigation of operating mechanical shock and vibration test for dynamic devices*

ISO 9001-2000: *Quality management systems – Requirements*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62343-2:2011

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62343-2:2017

## SOMMAIRE

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                         | 21 |
| INTRODUCTION.....                                                                                          | 23 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                              | 24 |
| 2 Références normatives .....                                                                              | 24 |
| 3 Termes, définitions et abréviations .....                                                                | 25 |
| 3.1 Termes et définitions .....                                                                            | 25 |
| 3.2 Termes abrégés .....                                                                                   | 25 |
| 4 Considérations sur la qualification de fiabilité .....                                                   | 26 |
| 4.1 Généralités.....                                                                                       | 26 |
| 4.2 Méthode de la considération générale .....                                                             | 26 |
| 4.3 Conception d'un produit à module dynamique.....                                                        | 26 |
| 5 Exigences sur la qualification de fiabilité .....                                                        | 27 |
| 5.1 Généralités.....                                                                                       | 27 |
| 5.2 Démonstration de la qualité d'un produit.....                                                          | 27 |
| 5.3 Responsabilité des essais .....                                                                        | 28 |
| 5.4 Essais .....                                                                                           | 28 |
| 5.4.1 Caractérisation minutieuse .....                                                                     | 28 |
| 5.4.2 Qualification de fiabilité des composants, des pièces et des interconnexions .....                   | 28 |
| 5.4.3 Qualification de la fiabilité du processus d'assemblage de module dynamique.....                     | 29 |
| 5.4.4 Qualification de fiabilité d'un module dynamique de Conception 1 .....                               | 29 |
| 5.4.5 Qualification de fiabilité d'un module dynamique de Conception 2 .....                               | 31 |
| 5.4.6 Critères d'acceptation et de rejet .....                                                             | 33 |
| 5.5 Procédure d'évaluation de la fiabilité .....                                                           | 34 |
| 5.5.1 Analyse des résultats de fiabilité .....                                                             | 34 |
| 5.5.2 Calculs de fiabilité .....                                                                           | 34 |
| 5.5.3 Méthodes d'essai de qualification de fiabilité .....                                                 | 35 |
| 6 Lignes directrices .....                                                                                 | 35 |
| 6.1 AMDE et qualification par similarité .....                                                             | 35 |
| Bibliographie.....                                                                                         | 37 |
| Tableau 1 – Liste minimale des essais nécessaires sur les modules dynamiques de Conception 1 .....         | 30 |
| Tableau 2 – Liste minimale des essais nécessaires sur les modules dynamiques de Conception 2 .....         | 32 |
| Tableau 3 – Taux de défaillance des pièces.....                                                            | 35 |
| Tableau 4 – Liste applicable de méthodes d'essai de fiabilité de la CEI pour les composants optiques ..... | 35 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## MODULES DYNAMIQUES –

## Partie 2: Qualification de fiabilité

## 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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62343-2 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| CDV         | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 86C/960/CDV | 86C/978/RVC     |

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.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité 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 62343-2:2011

Withdrawn

## INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 62343 est dédiée à la qualification de fiabilité des modules dynamiques. La technologie étant assez nouvelle et toujours en cours d'évolution, des amendements et de nouvelles éditions de ce document peuvent être prévus à un intervalle plus court.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62343-2:2011

Withdrawn

## MODULES DYNAMIQUES –

### Partie 2: Qualification de fiabilité

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62343 s'applique aux dispositifs et aux modules dynamiques (DM: *Dynamic Module*) disponibles dans le commerce. Des exemples sont les compensateurs de dispersion chromatique accordables, les brasseurs optiques reconfigurables et les égaliseurs de voies dynamiques. (Les amplificateurs optiques ne sont pas inclus dans cette liste, mais ils sont traités dans la CEI 61291-5-2).

Dans le cadre de la qualification de fiabilité, certaines informations sur les interconnexions, les pièces et les composants internes sont nécessaires. Ces pièces internes sont traitées comme des boîtes noires. La présente norme donne les exigences pour l'évaluation de la fiabilité des modules dynamiques en combinant la fiabilité de telles boîtes noires internes.

Les objectifs de la présente partie de la CEI 62343 sont les suivants.

- spécifier les exigences pour la qualification de fiabilité des modules dynamiques;
- donner la liste minimale des essais de qualification de fiabilité, les exigences sur les critères de défaillance pendant un essai et sur les prévisions de fiabilité, et donner les références normatives appropriées

#### 2 Références normatives

Les documents 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 61300-2-1, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-1: Essais – Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 61300-2-4, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-4 : Essais – Retention de la fibre ou du câble*

CEI 61300-2-12, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-12 : Essais – Impact*

CEI 61300-3-1, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-1 : Examens et mesures – Examen visuel*

CEI 62005-9-2, *Fiabilité des dispositifs d'interconnexion et des composants optiques passifs à fibres optiques – Partie 9-2: Qualification relative à la fiabilité pour les ensembles de connecteurs à une seule fibre optique – Unimodal*

CEI 62572 (toutes les parties), *Composants et dispositifs actifs en fibres optiques – Normes de fiabilité*

ISO 9000, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

### 3 Termes, définitions et abréviations

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

##### 3.1.1

##### **défaillance**

non-conformité à la spécification produit ou modification des paramètres convenue par le client et le fournisseur

##### 3.1.2

##### **qualification**

généralement utilisée comme abréviation de qualification de fiabilité. Elle est utilisée comme un essai formel pour déterminer si le produit convient ou non aux applications de télécommunications et donc le résultat attendu est "acceptation ou rejet"

NOTE Elle est différente de l'essai de fiabilité, qui est par nature un essai technique de fiabilité. Les essais de fiabilité sont conçus pour comprendre les considérations relatives à la fiabilité ou pour estimer la fiabilité du produit. L'acceptation ou le rejet n'est pas le principal résultat.

##### 3.1.3

##### **fiabilité**

Il existe deux utilisations communes de ce terme:

- période minimale de fonctionnement continu du module dynamique sans aucune défaillance dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement
- probabilité d'accomplir des fonctions requises, dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement

NOTE La fiabilité d'un module dynamique est exprimée par l'un des deux paramètres suivants: temps moyen de bon fonctionnement entre défaillances (*MTBF: Mean Time Between Failure*) et nombre de défaillances dans un temps donné (*FIT: Failure in Time*).

- Le MTBF est la durée moyenne de fonctionnement continu du module dynamique sans aucune défaillance dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement.
- Le FIT est le nombre de défaillances par 10<sup>9</sup> heures dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement.

#### 3.2 Termes abrégés

Chaque abréviation présentée dans la présente norme internationale est expliquée dans le texte au moins la première fois qu'elle apparaît. Toutefois, pour faciliter la compréhension du texte, une liste de toutes les abréviations utilisées dans cette norme internationale est donnée ci-dessous:

|      |                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| DM   | module dynamique ( <i>Dynamic Module</i> )                                                |
| DS   | spécification particulière ( <i>Detail Specification</i> )                                |
| ESD  | décharge électrostatique ( <i>Electrostatic Discharge</i> )                               |
| FIT  | défaillances dans le temps ( <i>Failure In Time</i> )                                     |
| AMDE | Analyse des Modes de Défaillances et de leurs Effets                                      |
| MTBF | temps moyen de bon fonctionnement entre défaillances ( <i>Mean Time Between Failure</i> ) |
| RH   | humidité relative ( <i>Relative Humidity</i> )                                            |
| UCL  | niveau de confiance supérieur ( <i>Upper Confidence Level</i> )                           |

## 4 Considérations sur la qualification de fiabilité

### 4.1 Généralités

Puisque les modules dynamiques sont des produits relativement nouveaux sur le marché et font intervenir différentes technologies, les exigences incluses dans la présente norme devront être révisées à mesure que la technologie évolue.

### 4.2 Méthode de la considération générale

Cela vaut la peine de souligner l'approche fondamentale de la qualification de fiabilité adoptée dans la présente norme:

- a) Toutes les pièces qui peuvent être qualifiées effectivement sur leurs niveaux individuels doivent être qualifiées à ce niveau. Leur qualification doit être basée sur les normes CEI ou sur d'autres normes industrielles en l'absence de normes CEI.
- b) Les essais de qualification requis au niveau des modules dynamiques doivent être basés sur les mécanismes de dégradation et les modes de défaillance qui ne peuvent pas être détectés effectivement aux niveaux des pièces inférieures. Au niveau du module dynamique, les essais de qualification ne doivent pas tenter de découvrir ni d'identifier les mécanismes de dégradation et les modes de défaillance qui peuvent être découverts dans les niveaux d'assemblages inférieurs au niveau du produit final. Par exemple, si toutes les pièces dans le module dynamique peuvent être effectivement soumises à un essai de chaleur humide accéléré provoquant des dégradations, il n'y a pas lieu de répéter l'essai de chaleur humide au niveau du module dynamique.

### 4.3 Conception d'un produit à module dynamique

Un module dynamique est un ensemble de différents composants, pièces et interconnexions. Il existe deux conceptions de base sur le marché actuel des modules dynamiques:

- a) Conception 1: les pièces (terme général qui inclut les composants, les pièces et les interconnexions utilisés pour constituer un module dynamique à partir de ce point la présente norme) sont encapsulées séparément. Leurs encapsulations sont généralement hermétiques ou résistantes à l'humidité. Elles sont intégrées dans un boîtier (généralement non-hermétique ou ne résistant pas à l'humidité).
- b) Conception 2: certaines pièces utilisées dans des modules dynamiques sont des éléments optiques de base non encapsulés (par exemple, cristaux, objectifs, miroirs, etc.). Ces pièces ne peuvent pas être qualifiées effectivement individuellement. Ces pièces ou éléments sont intégrés et encapsulés à l'intérieur d'un boîtier hermétique ou d'un boîtier résistant à l'humidité.

Dans la Conception 1, les pièces individuelles peuvent être soumises à un essai et qualifiées individuellement et donc, la qualification des modules dynamiques n'a pas à répéter les essais qui sont effectués aux niveaux des pièces pour les mêmes mécanismes de dégradation et modes de défaillance.

Dans la Conception 2, la qualification des modules dynamiques porte de nouveau sur les essais qui ne peuvent pas être effectués effectivement au niveau des assemblages inférieurs (c'est-à-dire, le niveau de la pièce de base). Toutefois, dans ce cas, un plus grand nombre d'essais est généralement nécessaire puisque les pièces ne peuvent pas être soumises effectivement à un essai au niveau de la pièce individuellement.

En raison des différences de conception, et donc des différents mécanismes et modes de défaillance, différentes méthodes d'essai de qualification doivent être développées séparément. Elles sont décrites en 5.4.4 pour la Conception 1 et en 5.4.5 pour la Conception 2, respectivement.

## 5 Exigences sur la qualification de fiabilité

### 5.1 Généralités

Pour les besoins de la présente norme internationale, toutes interconnexions, toutes les pièces et tous les composants internes doivent être traités comme une boîte noire. Il est également important de préciser que les parties dans le module dynamique de cette conception incluent les épissures de fibres, le cheminement des fibres et l'ancrage des fibres, ainsi que la façon dont la fibre sort de l'enveloppe et la façon dont des pièces sont montées.

La présente norme internationale est basée sur l'hypothèse que la fiabilité d'un module dynamique peut être évaluée avec une confiance suffisante dans les taux de nombre de défaillances dans le temps de ses boîtes noires internes quand le processus d'assemblage des constituants a été qualifié.

Certaines dégradations et défaillances ne sont pas dues aux défaillances des pièces. Un exemple est le cheminement des fibres et les supports des fibres. La qualité et la fiabilité de l'assemblage, par exemple le cheminement des fibres, doivent être évaluées et qualifiées par l'évaluation et la qualification du processus. Les procédures pour qualifier le processus d'assemblage sont décrites en 5.4.3.

Une liste des boîtes noires internes constituant souvent un module dynamique est donnée ci-dessous.

- Les composants optiques passifs, y compris les cordons de connexion, les fibres-amorces, les connecteurs et les épissures.
- Les composants optiques actifs.
- Les composants électroniques, y compris les cartes de circuit imprimé, les connecteurs électriques, etc.
- D'autres éléments (par exemple, les épissures de fibres, le cheminement des fibres et l'ancrage des fibres, ainsi que la façon dont la fibre sort de l'enveloppe et la façon dont les composants sont montés).

Les fabricants de modules dynamiques doivent déclarer le nombre et le type de boîtes noires internes constituant le module dynamique et donner les taux de défaillance (en nombre de défaillances dans le temps) pour chaque boîte noire.

Le taux de défaillance d'un module dynamique doit être calculé en combinant convenablement les taux de défaillance en nombre de défaillances dans le temps de ses boîtes noires, comme cela est décrit dans la prochaine section. Le modèle et les hypothèses utilisés pour le calcul des taux de défaillance d'un module dynamique doivent être donnés et justifiés pour être examinés, si la demande en est faite au fabricant du module dynamique.

### 5.2 Démonstration de la qualité d'un produit

Puisque les essais de qualification de fiabilité sont effectués sur un nombre limité d'unités, il est essentiel d'avoir un système de gestion de la qualité en place pour garantir que la qualité de toutes les unités est cohérente. Un essai sur un nombre limité d'échantillons sera représentatif des unités de production à livrer une fois la qualification terminée.

La présente norme internationale (si cela est requis par la spécification particulière) spécifie les exigences obligatoires minimales pour évaluer la qualification de fiabilité d'un module dynamique et est destinée à faire partie d'un programme de fiabilité des modules dynamiques et d'un système de gestion de la qualité développés et mis en œuvre par le fabricant de modules dynamiques.

Le fabricant de modules dynamiques doit montrer:

- un processus de fabrication documenté et audité, y compris la qualification de fiabilité des pièces achetées, selon l'ISO 9000;
- des données de performances des unités de production, celles-ci doivent pouvoir être passées en revues, et la distribution de ces données doit montrer que les processus sont soumis à des contrôles appropriés;
- un programme de qualification de fiabilité, y compris, par exemple, des essais de durée de vie accélérée, un rodage et un déverminage des pièces et des modules dynamiques;
- un programme de maintenance de qualification de fiabilité pour assurer la continuité de l'état de qualification (ce programme peut prendre la forme d'essais périodiques de qualification de fiabilité du produit ou de produits semblables);
- une procédure pour assurer un retour approprié vers le développement et la production des problèmes de fiabilité.

### 5.3 Responsabilité des essais

Le fabricant de modules dynamiques est responsable d'effectuer les essais de qualification de fiabilité.

Les essais détaillés dans la présente norme doivent être effectués par le fabricant de modules dynamiques. D'autres essais peuvent être spécifiés dans les spécifications particulières.

### 5.4 Essais

#### 5.4.1 Caractérisation minutieuse

Une caractérisation minutieuse du produit portant sur ses performances (peut être au-delà de celles des spécifications de performance) sur toutes les conditions de fonctionnement (peut être au-delà de celles des spécifications des conditions de fonctionnement) doit être effectuée. Les données doivent être collectées et analysées (minimales pour la moyenne et l'écart type), et être disponibles pour être passées en revue.

#### 5.4.2 Qualification de fiabilité des composants, des pièces et des interconnexions

Tous les composants, toutes les parties et toutes les interconnexions utilisés pour construire des modules dynamiques doivent être qualifiés selon les normes CEI appropriées. Les composants peuvent inclure, sans y être limité, des atténuateurs optiques variables, des prises ou des séparateurs, des détecteurs, des isolateurs, des circulateurs, des composants électroniques, des raccordements par épissure (y compris l'encapsulation ou le revêtement), des cristaux, des miroirs, des prismes, etc.

Si les normes CEI pour les pièces sont en cours de développement ou si elles ne sont pas encore disponibles, il convient d'adopter les normes CEI pour des pièces dont les modes de défaillance et les mécanismes de dégradation sont similaires. Une analyse de similitude des modes de défaillance et des mécanismes de dégradation doivent être prévus pour soutenir la méthode.

On doit examiner de plus près les conceptions qui utilisent de nombreuses pièces identiques. Les taux de défaillance de telles pièces peuvent contribuer de manière significative au taux de défaillance ou au temps d'arrêt global du système. Il convient également d'étudier la dégradation cumulative de pièces individuelles. Les résultats peuvent nécessiter des essais sur des échantillons supplémentaires ou des définitions de défaillances plus rigoureuses.

En outre, les critères d'acceptation et de rejet de la qualification d'une pièce doivent être examinés minutieusement pour déterminer si la qualification de la pièce est appropriée. Par exemple, si plusieurs prises 1x2 sont utilisées dans une conception de série, non seulement le taux de défaillance mais également la dégradation est multiplié (c'est-à-dire, le critère d'acceptation ou de rejet à 0,5 dB est multiplié), ce qui peut ne pas être acceptable. Le critère

d'acceptation et de rejet des pièces généralement définies comme 0,5 dB de variation des pertes d'insertion n'est pas assez strict pour les besoins d'un produit tel qu'un module dynamique. L'évaluation de critères plus stricts doit être effectuée et l'état de qualification doit être justifié.

#### **5.4.3 Qualification de la fiabilité du processus d'assemblage de module dynamique**

Le cheminement des fibres et le montage des composants sont tous les deux des processus importants de l'assemblage d'un module qui peuvent contribuer largement au taux de défaillance s'ils ne sont pas réalisés correctement. Leurs conceptions et processus doivent être soigneusement documentés et soumis à des essais. Toute modification doit être accompagnée de données expérimentales appropriées.

Si le cheminement des fibres est minutieusement documenté et contrôlé (par exemple, par des mesures de performance avant et après le cheminement) et le module dynamique final est qualifié, le processus de cheminement des fibres peut être considéré comme un processus qualifié et peut être utilisé dans d'autres produits semblables pour réaliser un produit revendiqué qualifié par similitude.

#### **5.4.4 Qualification de fiabilité d'un module dynamique de Conception 1**

Comme cela est décrit en 5.1 pour la Conception 1, les pièces (composants utilisés pour réaliser un module dynamique) sont encapsulées séparément. Leurs encapsulations sont généralement hermétiques ou résistantes à l'humidité. Ils sont intégrés dans un boîtier (généralement non-hermétique ou ne résistant pas à l'humidité).

Une procédure de qualification de fiabilité liée au module dynamique complet est décrite dans le Tableau 1. Elle donne la liste minimale des essais à effectuer sur les modules dynamiques afin d'assurer la fiabilité.

Sur la base de l'assurance de la fiabilité requise pour les essais de fiabilité pour les boîtes noires internes d'un module dynamique, le niveau d'échantillonnage est généralement bas (par exemple quelques échantillons pour chaque type de module dynamique).

Dans certains cas spécifiques, l'utilisation d'adhésifs dans le module dynamique peut être considérée comme un processus critique et doit nécessiter une qualification distincte. Selon la fonction possible de l'adhésif (ancrage mécanique, protection d'épissure, adaptation d'indice, etc.), les différents modes de défaillance doivent être traités et accompagnés de données de fiabilité ou de qualification.

Le but principal dans la qualification de fiabilité d'un module dynamique de Conception 1 est de garantir que la fiabilité de chaque pièce n'est pas dégradée dans le processus de fabrication utilisé.

**Tableau 1 – Liste minimale des essais nécessaires  
sur les modules dynamiques de Conception 1**

| Essai                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                             | Condition                                                                           | Durée                       | Echantillons |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Vieillessement actif à haute température                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                             | 85 °C                                                                               | 2 000 h                     | 3            |
| Cycles de température opérationnels                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                             | $T_{op, min}/T_{op, max} > 1^{\circ}\text{C/min}$                                   | Q = 100 cycles              | 3            |
| Essai mécanique non opérationnel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Chute (impact) <sup>a</sup> | Hauteur de chute<br>100 mm pour <10 kg et<br>75 mm pour 10 kg à<br>25 kg            | Voir Tableau ci-dessous (c) | 3            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Vibration <sup>b</sup>      | 10 à 55 Hz, 1,52 mm, 1 octave/min                                                   | 2 h par direction           | 3            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Traction                    | 5/10/100 N <sup>c</sup>                                                             | Voir Tableau ci-dessous (e) | 3            |
| Choc opérationnel <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                             | 40 G, 5 ms pour +/-axe z,<br>20 G, 5 ms pour +/-axe x,<br>10 G, 5 ms pour +/-axe y, | 3 fois/direction            | 3            |
| Vibration opérationnelle <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                             | 50 à 500 Hz,<br>2 G, pour l'axe z,<br>1 G pour l'axe x,<br>0,5 G pour l'axe y       | 2 balayages/direction       | 3            |
| <p>NOTE 1 Aucune défaillance n'est permise.</p> <p>NOTE 2 Les essais peuvent être effectués séquentiellement ou en parallèle.</p> <p>NOTE 3 Si la température de stockage est inférieure à l'humidité et à la température spécifiées, on effectue un autre essai à <math>T_{stg, max}</math> et RH ≥ 85 %.</p> <p>NOTE 4 Pour les essais "opérationnels", il convient de surveiller les paramètres appropriés pendant l'essai.</p> <p>NOTE 5 Une référence à la méthode d'essai de cycle de température est fournie à l'Annexe B.</p> <p>NOTE 6 <math>T_{stg, min}</math> est la température de stockage minimale du module dynamique;<br/> <math>T_{stg, max}</math> est la température de stockage maximale du module dynamique;<br/> <math>T_{op, max}</math> est la température de fonctionnement maximale du module dynamique;<br/> <math>P_{nom}</math> est la puissance de sortie nominale du module dynamique;<br/> G est la valeur normale de l'accélération de la gravité (9,806 65 m/s<sup>2</sup>).</p> |                             |                                                                                     |                             |              |

| Essai                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Condition                                                                                                                                                       | Durée       | Echantillons           |          |     |           |    |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|----------|-----|-----------|----|--|--|
| a Essai mécanique: Impact (chute) (CEI 61300-2-12 pour les chutes)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                 |             |                        |          |     |           |    |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <table><tr><th>Masse<br/>kg</th><th>Hauteur de chute<br/>mm</th></tr><tr><td>0 à &lt; 10</td><td>100</td></tr><tr><td>10 à &lt; 25</td><td>75</td></tr></table> | Masse<br>kg | Hauteur de chute<br>mm | 0 à < 10 | 100 | 10 à < 25 | 75 |  |  |
| Masse<br>kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Hauteur de chute<br>mm                                                                                                                                          |             |                        |          |     |           |    |  |  |
| 0 à < 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 100                                                                                                                                                             |             |                        |          |     |           |    |  |  |
| 10 à < 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 75                                                                                                                                                              |             |                        |          |     |           |    |  |  |
| b Essai mécanique: vibrations (sinusoïdales) (CEI 61300-2-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |             |                        |          |     |           |    |  |  |
| c Essai de fibre amorce (essai de traction) [la première valeur dans chaque rangée est le diamètre extérieur de la fibre protégée ou câblée à laquelle les conditions d'essai spécifiées s'appliquent]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                 |             |                        |          |     |           |    |  |  |
| Rétention du câble (traction)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 mm: 20 à 100 N, 3 fois, tractions de 5 s<br>900 µm 10 N, 3 fois, tractions de 5 s<br>250 µm: 5 N, 3 fois, tractions de 5 s                                    | 61300-2-4   |                        |          |     |           |    |  |  |
| d Les directions des axes x, y et z sont définies par la direction de montage sur une carte dans un équipement (axe x: la direction avant-arrière de la carte à monter lorsque la carte est installée dans une partie de l'équipement, axe y: la direction de la gravité (haut-bas) de la carte à monter lorsque la carte est installée dans une partie de l'équipement, axe z: la direction perpendiculaire à la carte à monter.) Si un contrôleur ne peut pas définir la direction de montage, l'essai doit être effectué dans les conditions les plus sévères pour toutes les directions. |                                                                                                                                                                 |             |                        |          |     |           |    |  |  |

Il est essentiel que les modules dynamiques évalués soient entièrement représentatifs de la production normale et qu'ils aient subi toutes les procédures de production et/ou les procédures de rodage et de déverminage spécifiées (s'il y a lieu dans le module dynamique).

Les aspects des conditions d'essai non fournis dans la présente norme sont donnés dans les spécifications particulières applicables.

#### 5.4.5 Qualification de fiabilité d'un module dynamique de Conception 2

Dans le cas d'un module dynamique de Conception 2, on ne peut pas soumettre effectivement toutes les pièces individuellement à un essai (voir 4.2). Par conséquent, dans de nombreux essais d'environnement de longue durée, les pièces peuvent être soumises à un essai et qualifiées effectivement seulement au niveau de l'assemblage du produit final d'un module dynamique.

Par exemple, certaines des pièces peuvent avoir été qualifiées par l'essai de chaleur humide, mais d'autres peuvent être rejetés à l'essai de chaleur humide, requis pour des applications de télécommunications. Par conséquent, les unités de module dynamique avec toutes les pièces assemblées doivent être soumises à un essai dans des conditions de chaleur humides. Même s'ils peuvent paraître redondants, ces essais sont nécessaires.