

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices –
Part 1: General**

**Composants électroniques – Stockage de longue durée des dispositifs
électroniques à semiconducteurs –
Partie 1: Généralités**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-1:2017



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
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.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices –
Part 1: General**

**Composants électroniques – Stockage de longue durée des dispositifs électroniques à semiconducteurs –
Partie 1: Généralités**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.020

ISBN 978-2-8322-3835-6

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms definitions and abbreviated terms	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviations	9
4 Purpose of long-term storage	9
4.1 General.....	9
4.2 Storage decision criteria	10
4.2.1 Advantages	10
4.2.2 Hazards.....	10
4.2.3 Storage cost	11
4.2.4 Decision criteria.....	12
4.3 Reasons and methodology	12
4.4 Market forces	13
4.5 Risk mitigation and insurance	13
4.6 Obsolescence mitigation	13
5 Logistics	13
5.1 Procurement requirements	13
5.1.1 List of components	13
5.1.2 Quantity of components to be stored	14
5.1.3 When is it worth keeping in stock?	14
5.1.4 Procurement recommendations	14
5.2 Elementary storage unit	15
5.3 Stock management.....	15
5.4 Redundancy.....	15
5.5 Storage regimen	15
5.5.1 Storage concerns	15
5.5.2 Identification and traceability	15
5.6 Removal from storage.....	16
5.6.1 Precautions	16
5.6.2 Stock rotation	16
5.7 Periodic check of the components.....	16
5.7.1 General	16
5.7.2 Objectives	17
5.7.3 Periodicity	17
5.7.4 Tests during periodic check	17
6 Storage considerations for devices after card (or other) attachment.....	17
7 Handling.....	18
8 Inspection.....	18
9 Inventory control process.....	18
10 Transportation	18
11 Lead finishes	18
12 Kitting and lot control.....	18

13	Validation	19
14	Unplanned storage and types of storage	19
14.1	Types of storage	19
14.2	Unplanned storage	19
15	Other things to store in addition to the components	20
15.1	Relevant data	20
15.2	Equipment	20
16	Storage facility	20
16.1	Cost of ownership	20
16.2	Physical security and safety	20
16.3	Location and ambient environment	20
17	Policies	21
17.1	General	21
17.2	Supply chain	21
17.3	Re-starting the manufacturing chain	21
18	Legislation and environmental issues	21
	Annex A (informative) Example checklist for project managers	22
	Annex B (normative) Example checklist for long-term storage facilities	24
	Annex C (informative) Example of a component list	26
	C.1 Component list	26
	C.2 Data description	27
	Annex D (informative) Examples of periodic and/or de-stocking tests	28
	Annex E (informative) Parameters influencing the quantity of components to be stored	30
	Bibliography	31
	Table 1 – Storage hazards	11
	Table A.1 – Example checklist for project managers	22
	Table B.1 – Example checklist for storage facilities	24
	Table C.1 – Component list	26
	Table D.1 – Periodic and/or de-stocking tests	28

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRONIC COMPONENTS – LONG-TERM STORAGE OF ELECTRONIC SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 1: General

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 62435-1 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This standard cancels and replaces IEC/PAS 62435 published in 2005. This first edition constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
47/2326/FDIS	47/2349/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 62435 series, published under the general title *Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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 62435-1:2017

INTRODUCTION

This document applies to the long-term storage of electronic components.

This is a document for long-term storage (LTS) of electronic devices drawing on the best long-term storage practices currently known. For the purposes of this document, LTS is defined as any device storage whose duration can be more than 12 months for product scheduled for long duration storage. While intended to address the storage of unpackaged semiconductors and packaged electronic devices, nothing in this standard precludes the storage of other items under the storage levels defined herein.

Although it has always existed to some extent, obsolescence of electronic components and particularly of integrated circuits, has become increasingly intense over the last few years.

Indeed, with the existing technological boom, the commercial life of a component has become very short compared with the life of industrial equipment such as that encountered in the aeronautical field, the railway industry or the energy sector.

The many solutions enabling obsolescence to be resolved are now identified. However, selecting one of these solutions should be preceded by a case-by-case technical and economic feasibility study, depending on whether storage is envisaged for field service or production, for example:

- remedial storage as soon as components are no longer marketed;
- preventive storage anticipating declaration of obsolescence.

Taking into account the expected life of some installations, sometimes covering several decades, the qualification times, and the unavailability costs, which can also be very high, the solution to be adopted to resolve obsolescence should often be rapidly implemented. This is why the solution retained in most cases consists in systematically storing components which are in the process of becoming obsolescent.

The technical risks of this solution are, a priori, fairly low. However, it requires perfect mastery of the implemented process and especially of the storage environment, although this mastery becomes critical when it comes to long-term storage.

All handling, protection, storage and test operations are recommended to be performed according to the state of the art.

The application of the approach proposed in this standard in no way guarantees that the stored components are in perfect operating condition at the end of this storage. It only comprises a means of minimizing potential and probable degradation factors.

Some electronic device users have the need to store electronic devices for long periods of time. Lifetime buys are commonly made to support production runs of assemblies that well exceed the production timeframe of its individual parts. This puts the user in a situation requiring careful and adequate storage of such parts to maintain the as-received solderability and minimize any degradation effects to the part over time. Major degradation concerns are moisture, electrostatic fields, ultra-violet light, large variations in temperature, air-borne contaminants, and outgassing.

Warranties and sparing also present a challenge for the user or repair agency as some systems have been designated to be used for long periods of time, in some cases for up to 40 years or more. Some of the devices needed for repair of these systems will not be available from the original supplier for the lifetime of the system or the spare assembly may be built with the original production run but then require long-term storage. This document was developed to provide a standard for storing electronic devices for long periods of time.

For storage of devices that are moisture sensitive but that do not need to be stored for long periods of time, refer to IEC TR 62258-3.

Long-term storage assumes that the device is going to be placed in uninterrupted storage for a number of years. It is essential that it is useable after storage. Particular attention should be paid to storage media surrounding the devices together with the local environment.

These guidelines do not imply any warranty of product or guarantee of operation beyond the storage time given by the manufacturer.

The IEC 62435 series is intended to ensure that adequate reliability is achieved for devices in user applications after long-term storage. Users are encouraged to request data from suppliers to applicable specifications to demonstrate a successful storage life as requested by the user. These standards are not intended to address built-in failure mechanisms that would take place regardless of storage conditions.

These standards are intended to give practical guide to methods of long-duration storage of electronic components where this is intentional or planned storage of product for a number of years. Storage regimes for work-in-progress production are managed according to company internal process requirements and are not detailed in this series of standards.

The overall standard is split into a number of parts. Parts 1 to 4 apply to any long-term storage and contain general requirements and guidance, whereas Parts 5 to 9¹ are specific to the type of product being stored. It is intended that the product specific part should be read alongside the general requirements of Parts 1 to 4.

Electronic components requiring different storage conditions are covered separately starting with Part 5.

The structure of the IEC 62435 series as currently conceived is as follows:

Part 1 – General

Part 2 – Deterioration mechanisms

Part 3 – Data

Part 4 – Storage

Part 5 – Die and wafer devices

Part 6 – Packaged or finished devices

Part 7 – MEMS

Part 8 – Passive electronic devices

Part 9 – Special cases

¹ Under preparation.

ELECTRONIC COMPONENTS – LONG-TERM STORAGE OF ELECTRONIC SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 1: General

1 Scope

This part of IEC 62435 on long-term-storage covers the terms, definitions and principles of long-term-storage that can be used in as an obsolescence mitigation strategy. Long-term storage refers to a duration that can be more than 12 months for products scheduled for long duration storage. Philosophy, good working practice, and general means to facilitate the successful long-term-storage of electronic components are also addressed.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60749-20-1, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 20-1: Handling, packing, labelling and shipping of surface-mount devices sensitive to the combined effect of moisture and soldering heat*

3 Terms definitions and abbreviated terms

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

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 Terms and definitions

3.1.1

storage environment

specially controlled storage area, with particular control of temperature, humidity, atmosphere and any other conditions depending on the product requirements

3.1.2

long-term storage

LTS

planned storage of components to extend the life-cycle for a duration with the intention of supporting future use

Note 1 to entry: Allowable storage durations will vary by form factor (e.g., packing materials, shape) and storage conditions. In general, long-term storage is longer than 12 months.

3.1.3**electronic device**

packaged electrical, electronic, electro-mechanical (EEE) item, or assemblies using such items

3.1.4**moisture barrier bag****MBB**

storage bag manufactured with a flexible laminated vapour barrier film that restricts the transmission of water vapour

Note 1 to entry: Refer to IEC60749-20-1 for packaging of moisture sensitive products.

3.1.5**humidity indicator card****HIC**

card printed with a moisture sensitive chemical (cobalt bromide) that changes from blue to pink in the presence of water vapour

3.2 Abbreviations

ESD electro-static discharge

4 Purpose of long-term storage**4.1 General**

LTS is intended as any device storage for more than 12 months but typically much longer. Annexes A to E provide useful lists and tools for documentation and later use during and after long-duration storage. While most stock is purchased for immediate production requirements, some product is stored for the following reasons:

- bulk purchase for incremental production;
- cost reasons, justified by price breaks or minimum purchase quantities;
- last-time buy, required for future production;
- special, bespoke components;
- product stored for a customer for their future production;
- product stored for anticipated future orders;
- spares for in-service repair.

LTS stock shall not be stored alongside products for immediate planned production. It is recommended that products destined for future production be segregated and stored in a long-term storage facility in order to guard against:

- unintended mixing of stored components and use of components in immediate production that were intended for future production use;
- selling or disposal of stock which has been stored longer than expected in production stores and is erroneously assumed to be no longer required;
- inventory review and reduction with unintended disposal of components;
- unintended and repeated opening of cabinets containing LTS products.

4.2 Storage decision criteria

4.2.1 Advantages

4.2.1.1 Technical simplicity – Rapidity

When the various steps of the storage process are finalized and validated, the creation of a stock is a simpler, faster and technically less hazardous solution than developing or modifying electronic boards.

Storage can also be a temporary solution enabling equipment maintenance during modification or development of electronic boards.

4.2.1.2 Solution durability

Any equipment changes based on the use of new electronic components will be faced, eventually, with the obsolescence of these new components. Storage can resolve obsolescence problems until the end of the operating life of the equipment.

4.2.1.3 Preventive storage

Preventive storage (i.e., before the component becomes obsolete) presents several additional advantages compared with remedial storage (i.e., when the component has already become obsolete). This can be advantageous for a number of different reasons including the following:

- the component price has not become prohibitive as in the case of specific obsolete components that have become very rare;
- the quality level is ensured if the component can be purchased directly from the manufacturer or franchised distributor;
- the likelihood of being supplied counterfeit, fraudulent or recycled components is very unlikely when purchasing directly from the manufacturer or franchised distributor. However, when a component has been obsolete for a long time, it is possible that it could only be found at suppliers who specialise in purchasing, storage and resale of obsolete components, where the chance of receiving counterfeit components is increased. For more information, refer to IEC TS 62668-1 and IEC TS 62668-2. In this case, no component reliability guarantee is likely to apply.

For more information, refer to IEC 62402.

4.2.2 Hazards

4.2.2.1 General

There are a number of hazards related to the storage of components that should be taken into account in long-term storage. These are listed in the following Table 1 and referenced paragraphs, as well as in IEC 62435-2.

Table 1 – Storage hazards

Hazard	Reference	Description	Mitigation
General aging	4.2.2.2	Components, when stored, have natural aging mechanisms which can cause the component to deteriorate.	Ensure that component deterioration mechanisms have been assessed and storage conditions minimise these effects.
Poor stock dimensioning	4.2.2.3	Underestimation of the number of components required for storage. Can lead to future shortages.	Ensure that correct methods are used to calculate the number of components required for storage.
Control during storage	4.2.2.4	Variable or uncontrolled storage conditions may cause components to deteriorate rapidly.	Storage conditions should be controlled to pre-determined limits and monitored for out of control events.
Freezing of equipment design and functionality	4.2.2.5	The design and function of equipment may be required to be upgraded during the life of the equipment.	Components stored for future use imply that the design should be frozen.

4.2.2.2 Generic aging hazard

Components when stored do not remain in a pristine condition and will have a natural aging characteristic(s). This effect can be mitigated by investigating the deterioration mechanisms for any component type that is being stored and to design the storage conditions to minimise any likely deterioration. See IEC 62435-2 for more information.

4.2.2.3 Poor stock dimensioning

The calculation of the volume of components to be stored may be based on feedback (operational failure rate) and/or on theoretical models (predictive failure rate). Calculation using feedback is only valid if the sample is big enough (significant population of components installed, operation for several years, high number of failures evidenced). Predictive calculations do not generally take into account the extrinsic parameters of the components (defects caused by printed-board handling and repair, systematic replacement of the components (including functional components) during repairs, improper use of the components, etc.). Therefore, the stock volume can be improperly assessed.

Underestimating the stock can lead to a lack of components to repair printed boards, which will ruin the stock strategy. Overestimating it will lead to the purchasing and conditioning of components which will not be used, adding significant costs.

4.2.2.4 Control during storage

Storage conditions shall be precisely defined, controlled and auditable. In addition, it is important to check the quality of the components to be stored.

4.2.2.5 Freezing of equipment design and functionality

Storing components to ensure equipment maintenance over a long time implies that equipment design be frozen. A long-duration storage solution is therefore not compatible with the desire to upgrade equipment and functionalities.

4.2.3 Storage cost

In order to assess the cost of a storage solution, various items should be taken into account, such as:

- component purchasing;
- validation/test of purchased component batches;

- conditioning and de-conditioning;
- stock management;
- maintenance of installations dedicated to storage by means of manufacturing tests and/or repair;
- staff ensuring storage, maintenance operations, etc.;
- financial cost of tied-up stocks.

4.2.4 Decision criteria

The following criteria should be taken into account:

- planned storage time;
- stock dimensioning;
- dimensioning reliability index;
- life of test means;
- life of manufacturing means and/or printed boards;
- competence traceability and related documentation;
- industrial consequences of under-dimensioning or a component failure at the end of storage;
- confidence level in the knowledge of potential component failure mechanisms;
- cost compared with other solutions;
- impact of accepting new product orders using the LTS components;
- audit/inspection schedule and standards used.

4.3 Reasons and methodology

Many electronic components have a shorter life-cycle than the design and manufacturing cycle time of the equipment in which they are used. This is especially true for equipment that is designed for military, space, automotive, medical or other high-reliability products, which have an extended design cycle or planned period of manufacturing. Some components, therefore, become obsolete before the manufacturing cycle is complete. Cost for long-term storage is ultimately taken into account by suppliers and customers as part of the business contract terms and conditions.

When a component becomes obsolete, the users have the choice of either upgrading/redesigning the product during their manufacturing cycle, for which there is a cost penalty, or they may choose to make a life-time buy for all the production and maintenance requirements.

Additional costs related to testing and type approval for the redesign shall be factored in when making this choice. This cost for long-term storage shall take account not only the upfront cost of purchasing the components and the costs for storage, but also costs associated with periodic checking or qualification of the stored components. There is also risk associated with either strategy and this needs to be taken into account.

Assuming that components have been purchased ahead of planned production, then these components need to be stored in a carefully predetermined manner. Assuming that the components will be beyond the manufacturer's stated shelf-life at the time of production, then consideration shall be given as to how they are packed or re-packed prior to storage including testing and qualification to ensure that only good components are stored. Refer to 5.5 for more information.

4.4 Market forces

Market forces determine when it is uneconomical to continue to manufacture a component and it is declared end-of-life or obsolete. Occasionally, a manufacturer can be persuaded to restart the manufacturing of an obsolete component, but normally this will require a significant investment.

It is not always possible to predict when the end-of-life will occur for a particular component, and the manufacturer itself may not be able to give advanced warning or last-time-buy. It is therefore not recommended to assume that there will always be an opportunity to make a last purchase towards the end of the production cycle of a particular component.

4.5 Risk mitigation and insurance

Whether long-term storage is used or not, there is risk involved in the future availability of components for a particular design. Analysing and calculating the risk involved, including the financial costs involved, is beyond the scope of this document. However, there are many specialist consultancies who specialize in risk analysis and management.

One factor to consider in storing components is the insurance cost should the worst happen and the components cannot be used after storage. Generally, the insurance value is likely to increase during the life of storage. At the start of storage, while replacement components could be obtained from the manufacturer, the insurance value may represent just the cost of these replacements. As the storage time continues, the cost of replacing the components will increase up to the maximum costs for redesign and qualification should the components be unusable.

However, there are various risk mitigation methods such as using multiple storage locations, which helps to reduce the storage risk and associated insurance costs. The effective use of monitoring, checking and qualification during storage should help to reduce the risk of damage occurring during storage.

4.6 Obsolescence mitigation

The risks associated with obsolescence should be considered as early in the design cycle as possible in order to guard against using components that are more likely to become obsolete sooner with no viable alternative available. Care should be taken when designing advanced electronics using components originally designed for a mass-market product such as a mobile phone, since these components tend to have an extremely short life cycle. Likewise, memory products tend to have short manufacturing cycles where frequent die shrinks and rapid increases in memory density lead to early obsolescence. It should not be assumed that a larger capacity memory can always replace an obsolete memory component. Refer to IEC 62402 and GEIA/SAE STD-0016. Consideration should also be given to the obsolescence of test equipment and programmes.

5 Logistics

5.1 Procurement requirements

5.1.1 List of components

A appropriate list of the components used shall be established for units under long-term storage. It should include the part number, specifications, manufacturers and the corresponding trade references.

The list shall be cross-referenced to the next higher level assembly.

The purpose of this list is to

- define all components required for future series production;
- manage the long-term storage;
- manage spares and repairs.

An example of this list is given in Annex C.

5.1.2 Quantity of components to be stored

5.1.2.1 General

Two types of stocks should be taken into account:

- production stock;
- field service stock.

Special attention should be paid to:

- specific components;
- single-source components;
- components becoming obsolete before the end of production.

Care should be taken to ensure that the stored quantities take into account parts used for tests considered as destructive.

5.1.2.2 Production stock

Stock should take account of planned production and where possible future productions (to re-launch to the market).

5.1.2.3 Calculating field service stock quantities

This stock should enable components to be kept operational during the whole life of the equipment and systems (for example, 25, 30, even 40 years for defence, railroad, medical or nuclear power plant equipment).

A method should be established to determine the quantity of components required for field service stock.

5.1.3 When is it worth keeping in stock?

Depending on the component type

- the procurement of specific components should be launched at the latest at the same time as the last component production batch is manufactured.
- if it is a single-source component, the order should be launched in the time prescribed by the manufacturer.

5.1.4 Procurement recommendations

Every component batch should be clearly identified.

It is recommended that no batch should have manufacturing date-codes older than two years at the time of delivery.

Batches (compliance certificate, electrical test results, etc.) shall be accompanied by all the documents enabling the traceability of the components to be ensured.

Batches should be of known provenance.

Components shall be delivered, if required, in packages guaranteeing ESD protection and protection against humidity, complete with any hazard labels.

Packages will be correctly identified (date-code, manufacturer, component reference).

5.2 Elementary storage unit

The elementary storage unit is defined as the smallest entity related to the reference of a stored component.

The elementary storage unit shall be adapted to the expected consumption, in order to reduce the number of conditioning and de-conditioning operations, to which the components are subjected.

For example, let us assume that

- the expected consumption of a specific product is one component per year;
- this part number is to be stored for 15 years;
- the 15 components are stored in the same box (elementary storage unit).

The box will therefore be opened and closed 15 times, which multiplies the risks of component degradation. In this case it would be ideal to store each of the 15 components in their own box or at least increase the number of boxes.

5.3 Stock management

In the event of a preventive storage, the batch turn-over will be appreciated depending on the storage implementation costs, compared with the need for renewing the stock.

5.4 Redundancy

In order to avoid common mode defects (for example, fire, flooding), the components should be stored at physically separated locations. For instance, a 100 % over-dimensioning of the stock stored at two different locations will avoid common mode defects.

5.5 Storage regimen

5.5.1 Storage concerns

LTS time may be impacted by improper storage conditions. Potential causes of storage concern such as environmental conditions (including temperature, humidity, moisture, pressure, atmospheric gases, electrostatic field charge, applied physical forces, etc.), handling (shock, vibration, impacts, etc.), contamination, material shelf life, or other applied stress factors could have an effect on overall LTS life. Degradation mechanisms that are induced with moisture may occur if the integrity of the storage is violated. When possible, verification of moisture exposure includes, but is not limited to, examination of the HIC for any change in colour, chamber humidity monitoring, and the use of recording devices that indicates moisture exposure. Different materials can absorb moisture at different rates and require evaluation based upon exposure time. For other degradation mechanisms that require oxygen, radiation, electrical exposure, or mechanical impact, the LTS environment should be evaluated to prevent contributing towards failure concerns.

5.5.2 Identification and traceability

For each lot or batch the following data should be recorded during conditioning and de-conditioning, at a minimum:

- the component manufacturer's name and part number;
- the procurement source;

- the date code;
- the conditioning/re-conditioning history;
- the owner of the stock (if being stored by a third-party storage facility);
- the validation tests performed;
- the origin of the request for part number storage;
- the equipment on which the component is used.

The purpose of this data is to perfectly identify the components stored, to ensure the traceability of maintenance operations and to organize feedback.

When there are periodic checks, the data should be recorded (date, nature of the checks, components tested, results, etc.).

Where product is supplied in moisture barrier bags (MBB), the outside of the bag should show the date that it was sealed in accordance with IEC 60749-20-21. This date should take preference over the product's date code in determining how long the product has been stored in the MBB and whether the shelf-life for storage in the MBB has been exceeded. Where the supplier's shelf-life has been exceeded, the components may need retesting and/or reconditioning before further storage – refer to suppliers' instructions on reconditioning.

5.6 Removal from storage

5.6.1 Precautions

It is important not to interrupt the precautions taken for storage, such as temperature variations, relative humidity, aggression, contaminations, electrostatic discharges, radiation and light.

Any component removed from storage shall only be stored again if the storage rules provided for this type of component have been adhered to. However, the initial storage period shall be taken into account and any required pre-storage routines should be adhered to.

5.6.2 Stock rotation

Removal from storage is generally made following the date-code of the component, in order to use the component with the oldest date-code first.

5.7 Periodic check of the components

5.7.1 General

The necessity for periodic testing should be considered and evaluated against the risk of compromising the products in long-term storage.

For LTS of products, it is possible to evaluate the adequacy of the storage process and the condition of the stored product by sample testing. If approved by both customer and supplier, surrogate hardware can be used to evaluate similar type components in LTS. Representative samples of the product may be removed from LTS on a regular schedule appropriate to the device and storage protocol. The sample should be checked for any signs of damage or deterioration. Consideration of the original test equipment and programmes should be given at this time.

The type of LTS testing to be performed is dependent upon the defect mode under investigation as well as the product requirements. Refer to IEC 62435-5 to IEC 62435-9² for specific requirements.

When extracting LTS product, care should be taken to avoid unnecessary disturbance of the remaining stored LTS product. A balance should be sought between the desire for periodic evaluation and the need to maintain an undisturbed storage environment.

5.7.2 Objectives

The most important stresses an electronic component may suffer during storage are of the mechanical, thermal and chemical types. These stresses may be internal or external to the component, refer to IEC 62435-2.

The risks of alteration to quality and reliability justify

- an environmental check;
- a periodic component conformity check;
- a component check during de-stocking.

Depending on the risk/cost compromise, the periodic check may be replaced by a check during de-stocking.

5.7.3 Periodicity

The frequency of the check depends on

- the level of risk envisaged;
- the findings of the initial evaluation tests;
- the findings of previous periodic checks;
- the materials in close proximity to the components.

5.7.4 Tests during periodic check

These tests or measurements should be made

- on a representative sample of the components stored;
- on the same samples, in order to avoid stresses caused by handling and test operations;
- in compliance with the specifications and quality levels used during initial procurement;
- following the electrical parameters identified as critical with regard to the application;
- following the expected risk/cost compromise;
- future availability of test equipment and programmes.

6 Storage considerations for devices after card (or other) attachment

Once a device is attached (i.e., no longer a standalone entity), recommended storage conditions are still not unlimited. The primary owner for higher level assemblies (assembled cards, systems, etc.) into which a standalone device has been integrated by some attachment process should deploy storage controls which comprehend continuing risks to all components of those higher-level assemblies. In the absence of a comprehensive control strategy for higher level assemblies, the same storage protections recommended for standalone devices will also protect those devices after integration into higher-level assemblies.

² Under preparation.

NOTE Other storage considerations can exist for the non-device constituents of the higher-level assembly. For additional information on printed board assemblies, please see IPC-1601 *Printed board storage and handling guidelines*.

7 Handling

If any component is removed from LTS and exposed to the ambient atmosphere, it shall be handled according to appropriate standards established for the component types, for example IEC 60749-20-1 for moisture sensitivity, ISO 14644 series for wafers and die in controlled environments, and IEC 61340-5-1 for ESD if required. The environmental conditions shall be maintained at a temperature below 30 °C and humidity below 60 % RH unless alternative conditions are advised by the manufacturer. Unpackaged solid-state devices shall not be removed from their sealed packaging unless the facility has proper cleanliness and environmental controls that meet the manufacturer's requirements.

8 Inspection

Product shall be inspected and visual observations verified using appropriate magnification as defined by application requirements and documented in applicable drawings and/or specifications. Additional lighting can be required to enhance the inspection. Unusual observations should be evaluated to verify acceptance to failure concerns, handling damage, contamination, or any other obvious damage.

9 Inventory control process

A tracking system should be established to ensure that inventory traceability is maintained. Care should be taken to ensure that any information from labels on the primary packaging are kept with the product batch. Some programmable devices can contain lot traceability and programming specifications in electronic form. Handling and storage processing should ensure that the electronic data is not compromised.

10 Transportation

Excessive product movement during LTS shall result in an evaluation to ensure that there is no damage. If product is removed from LTS and exposed to the environment during transportation, then IEC 60749-20-1 applies.

11 Lead finishes

Product lead finishes may be a factor in LTS. Consideration should be given to the likelihood of the creation of tin whiskers and oxide degradation that gives rise to solderability issues. Refer to lead finish guidelines in IEC 60749-21.

12 Kitting and lot control

Care should be taken on how lot control is organised for long-term storage. In general, first-in first-out should be maintained so that stock is rotated. However, where stock is likely to be removed for kitting and delivery in several drops, then components should be batched in smaller quantities to prevent the unnecessary removal of components from storage.

For instance, if 100 components are purchased for storage and it is expected that ten sequential deliveries will be required, the batch should be split into ten separate containers, even if they are of the same lot number.

Consideration should also be given as to how lot numbers are divided between multiple storage facilities, for security reasons, and to the stock control method that will be used to ensure an even spread of components is removed from each storage facility for kitting and delivery.

While in the process of kitting, consideration should be given for temporary storage of the components until the delivery kit is complete.

13 Validation

Any long-term storage facility should carefully consider how the storage is validated.

Initially, components that are to be stored should be checked to ensure that only good components are stored. This may include component test, qualification, counterfeit detection and metallurgy analysis according to the type of component and level of storage required.

During storage of the components, electronic data and control samples may be tested to ensure that they have not degraded during storage. These control samples should be packed separately from the main batch of components but stored in the same location.

After storage, a sample of the main batch of components may be tested to ensure that no degradation has occurred. Refer to Annex D.

14 Unplanned storage and types of storage

14.1 Types of storage

Components are routinely stored during the manufacturing cycle, whether intentional or not. Components that were stored to a long duration may also be stored during manufacturing and can require special consideration.

In-process storage is normally temporary and within the area where the manufacturing is taking place. In-process storage requirements are determined by the assembler.

Storage during shipping between manufacturing locations requires that the components shall be packed in suitable containers to withstand short durations of exposure to heat, cold and moisture. Normally, moisture barrier bags are used together with vacuum sealing in addition to special shipping containers for items such as wafers and bare die. Containers used for in-process storage, such as wafer process boxes, are not suitable for shipping and shall not be used, except where these in-process wafer boxes have been specifically designed for shipping.

Occasionally, products shipped in temporary storage containers may not be required for the immediate manufacturing cycle and may, instead, need to be stored for extended periods of time. In this case, the product shall be re-packed according to the guidelines of this standard and placed in a designated storage facility for planned component storage.

14.2 Unplanned storage

Excess stock that is not required for immediate production should be assessed for whether it is required for planned production. Where it is not required, but is essential for future as yet unscheduled production, it shall be removed from general stores and transferred to a long-term storage facility. Refer to IEC 62435-4-4 for assessment of storage requirements.

If production is halted for any reason, an assessment should be made regarding the time period within which production will restart. Based on this assessment, a decision should be made on whether to transfer stock to long-term storage for future production.

Where products are quarantined for an extended period but may be required for future production, a decision should be made on whether to transfer stock to long-term storage for future production.

15 Other things to store in addition to the components

15.1 Relevant data

Consideration should be given as to how information and data about the components will be stored, whether in paper form or on computer hardware. This data should also include all information that will be required to restart manufacture and test the component at the end of storage including test programmes.

See IEC 62435-3 for more information.

15.2 Equipment

In addition to the components, it may be necessary to store equipment, including test equipment, firmware and hardware that are used to assemble, test or programme the components after storage. It should not be assumed that test equipment will be compatible with test programmes stored for the components, or that compatible equipment will be available.

16 Storage facility

16.1 Cost of ownership

This should include the cost of the facility, overheads and consumables including electricity and nitrogen, and the cost of personnel including stock control, quality and security.

16.2 Physical security and safety

The accidental loss of the stored components is the single most likely failure mode for long-term storage. This may include loss due to theft or fire, or may be the result of poor stock control where the parts cannot be located.

Any long-term storage unit, especially when located within a building used for other business, should have restricted access to ensure that loss does not occur. Components should only be removed from their storage cabinet when required for kitting and should not be removed for stock checks. Any components required for in-storage qualification should be stored in separate containers so that the main batch of components does not need to be removed.

Any data or other required equipment should have the same security rules as the components themselves.

The installation of security cameras should be carefully considered where installations employing WiFi or mobile communications could introduce unwanted electromagnetic radiation.

16.3 Location and ambient environment

Care should be taken when choosing the location of the storage facility and the extent to which external signs advertise its presence. Electronic components generally do not take up much volume and even a small storage facility can contain many millions of dollars' worth of components, especially when the replacement value is taken into account.

In addition to security in locating the facility, the ambient environment should be controlled to reduce the risk of fire. Facilities that have reduced oxygen rooms prohibit the possibility of a

fire starting but should have special rules for any person entering the room. Rooms that do not use reduced oxygen should use fire prevention equipment that is installed in such a way that it will not cause damage to the storage components.

It is likely that the components will be stored in chambers with locally controlled atmosphere including temperature and humidity. These should be designed to maintain the required atmosphere at all times, apart from brief periods when the cabinet is opened. Purge systems should ensure that the cabinet rapidly returns to the required level of atmosphere after it is closed and the length of time that it is open should be kept to an absolute minimum.

In all cases, the ambient atmosphere should be monitored and a system including recording and raising of an alarm if pre-set limits are exceeded. This monitoring should include a procedure to be invoked in the event of an out-of-control condition arising.

17 Policies

17.1 General

Any company or facility intending to store components for long-term should have policies which determine the way the facility is organised, run and controlled.

17.2 Supply chain

It is assumed that the facility where the components are stored is not the same as the component manufacturer and equipment manufacturer. Therefore, any long-term storage policy should consider the supply chain both before and after component storage to ensure that the components remain in pristine quality and suitable for on-going equipment manufacture. In particular, the policy should detail what steps should be taken to ensure component quality and the steps that should be taken if an out-of-control condition is encountered.

17.3 Re-starting the manufacturing chain

Assuming that the component is part of a sub-system or that the component is stored in die or wafer form, then a certain amount of manufacturing will be required, normally performed by a sub-contractor, before the component is used in the end equipment.

At the end of storage, this sub-contract manufacturing chain may need to be re-started and consideration should be given at the outset as to how this will be managed.

It should not be assumed that suitable packaging or assembly equipment and processes will be available as standard at the end of the storage period. For instance, assembly processes and equipment may have changed, e.g. lead-free, and alternative specialist contractors may need to be used.

18 Legislation and environmental issues

Legislation on environmental issues is constantly developing, especially due to Restriction of Hazardous Substances (RoHS) and Waste from Electrical and Electronic Equipment (WEEE). This can affect the storage facility, the components that are stored or the manufacturing processes and materials used to complete the manufacture of the equipment using the stored component.

These legislations should be closely monitored to ensure that the long-term storage is not compromised because of legislation changes.

Annex A (informative)

Example checklist for project managers

The checklist in Table A.1 contains mandatory and other items of good practice from this standard that may be used by project managers together with an obsolescence strategy.

Table A.1 – Example checklist for project managers

Item	Mandatory or good practice	Question	Reference	Answer
Storage	Mandatory	Where is LTS stock stored?	4.1	
Stock control	Good practice	Is LTS stock segregated and stored in a different physical location from normal production stock?	4.1	
Cost of storage	Good practice	How is the cost of storing components assessed and what criteria are used?	4.2.3, 4.2.4	
Obsolescence mitigation	Good practice	Long-term storage should be part of an obsolescence mitigation strategy. Which company document describes the obsolescence strategy and when was it updated?	4.6	
Component list	Mandatory	What list is available for components that may require LTS? What details does the list include?	5.1.1	
Component stock	Mandatory	How is the stock level for a particular component determined, and how does this take into account the requirements of 5.1.2	5.1.2	
Production stock	Mandatory	How are production stock quantities determined?	5.1.2.2	
Field service stock	Mandatory	How are field service stock quantities determined?	5.1.2.3	
Component Procurement	Mandatory	How are the following controlled or enforced? Batch identity? Date code limit? Component documentation? Delivery packaging? Package labelling?	5.1.4	
Elementary storage unit	Mandatory	How is the elementary storage unit determined?	5.2	
Appreciation of LTS stock	Mandatory	How is the value of the LTS stock accounted for during storage?	5.3	
Storage location redundancy	Good practice	Are LTS components stored across multiple storage locations or at one physical location, for each component type?	5.4	
Stock rotation	Good practice	How is stock rotation controlled?	5.6.2	
Kitting	Good practice	How is kitting planned and performed so that disruption to components in LTS is minimised and stock rotation is optimised?	12	
Validation of storage	Good practice	How are the following validated? Only good components are stored? Degradation of components is minimised during storage? Components after storage have not been degraded?	13	

Item	Mandatory or good practice	Question	Reference	Answer
Storage containers	Mandatory	What storage containers are used for components and are they suitable for the purpose for: shipping between manufacturing locations?	14.1	
Excess stock	Mandatory	How is excess stock assessed as to whether it should be stored for future use in LTS?	14.2	
Unplanned storage	Good practice	What length of time is allowed for product to remain in temporary storage before moving to LTS? What requirement is there for quarantined product to be stored in LTS?	14.2	
Equipment	Good practice	What assessment of ancillary equipment has been done that may be required during or after to validate LTS?	15.2	
Policies for the supply chain	Good practice	What policies exist for the control of the supply chain before and after storage?	17.2	
Restarting manufacturing	Good practice	What policies exist to manage the restarting manufacturing, if required, after storage?	17.3	
Legislation	Good practice	How are relevant legislations monitored which may compromise long-term storage?	18	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-1:2017

Annex B (normative)

Example checklist for long-term storage facilities

The items described in Table B.1 are specific to the long-term storage facility and may be used to assist in an audit.

Table B.1 – Example checklist for storage facilities

Item	Mandatory or good practice	Question	Reference	Answer
Reference	Text	Audit response	4	
Storage	Mandatory	Where is LTS stock stored?	4.1	
Stock control	Good practice	Is LTS stock segregated and stored in a different physical location from normal production stock?	4.1	
Storage conditions	Mandatory	How are storage conditions defined? What controls are in place to ensure correct storage conditions are maintained?	4.2.2.4	
Pre-storage quality checks	Good practice	How is the quality of components checked before storage?	4.2.2.4	
Re-storing components	Mandatory	What storage rules are in place should a component be removed from storage and then be required to be placed back in LTS?	5.6.1	
Stock rotation	Good practice	How is stock rotation controlled?	5.6.2	
Periodic testing	Good practice	What tests are conducted on the storage unit, or sample testing, during storage? What is the periodicity of these tests?	5.7.1	
Handling after LTS	Mandatory	What controls are used for components handled during and after removal from storage? Which standards are referenced for these controls?	7	
Inspection	Mandatory	How is product inspected to check for failure concerns, handling damage, contamination and/or other obvious damage?	8	
Tracking system	Good practice	How is product tracked so that traceability is always maintained	9	
Transportation	Mandatory	How is product transported, if required during LTS, and after storage and what precautions are taken to ensure there is no damage.	10	
Lead finishes	Good practice	How is the likelihood of tin whiskers, oxide generation or other plating degradation assessed to ensure that solderability issues are minimised during LTS?	11	
Validation of storage	Good practice	How are the following validated? Only good components are stored? Degradation of components is minimised during storage? Components after storage have not been degraded?	13	

Item	Mandatory or good practice	Question	Reference	Answer
Data	Good practice	How is data stored that is associated with the product in LTS? (Refer also to IEC 62435-3)	15.1	
Equipment	Good practice	What assessment of ancillary equipment has been done that may be required during or after to validate LTS?	15.2	
Security	Good practice	What security measures are in place to ensure adequate protection of product in LTS? Are wifi or mobile communications equipments allowed in or near LTS facilities?	16.2	
Location	Good practice	What external signs advertise the presence of an LTS facility? Is the facility ambient environment controlled? If so, in what way? How is any ambient environment monitored and what is the procedure for an out-of-limit condition?	16.3	
Policies	Good practices	What general policies are in place for the LTS and how are they implemented?	17.1	
Policies for the supply chain	Good Practice	What policies exist for the control of the supply chain before and after storage?	17.2	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-1:2017

Annex C (informative)

Example of a component list

C.1 Component list

Table C.1 describes the component list.

Table C.1 – Component list

Category	Sub-category	Part number	Specification	Manufacturer	Reference number
Passive components	Resistors	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Capacitors	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Varistors	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Thermistors	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
Active components	Integrated circuits	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Transistors	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Diodes	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Photocouplers	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
Opto-electronic components	Light-emitting diodes	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Displays	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Quartz crystals	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Oscillators	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
Frequency products	Filters	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Transformers	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Inductors	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
	Substrates	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
Magnetic circuits	Ceramic substrates	XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-
		XX-XXXX	XXX-XXXX	MMM	Ref-

C.2 Data description

The list below describes the data that is typically useful upon completion of the long-term storage.

NOTE Refer to the IEC 62258 series for data package.

a) Manufacturer's code

This code represents the item code, the manufacturer's store code; it allows the link between the list of circuit boards and the parts list.

b) Component description

- type;
- function;
- model (standardized each time it exists, or generic name);
- electrical characteristics (voltage or power, value, tolerances);
- temperature range;
- package type.

c) Manufacturers

Name of the two or three approved manufacturers.

d) Manufacturers' part numbers

Specific commercial part numbers corresponding to each manufacturer.

e) Definition and test specification

Accurate specification number

f) Qualification level, quality assurance, etc.

Information related to the component qualification.

g) Component position in the life cycle

Corresponding category in the component life cycle, such as the following: "introduction", "growth", "maturity", "decline", "phase-out", "discontinuance", etc.

Annex D (informative)

Examples of periodic and/or de-stocking tests

Table D.1 describes the periodic and/or de-stocking tests.

Table D.1 – Periodic and/or de-stocking tests

Families	Technology	Periodic and/or de-stocking and tests
Hybrid circuits	Chips and wires	V.B.E.ES.D ES (sealed packages only: residual gas analysis (RGA) on two parts per batch if not stored in dry gas (the two parts with the highest leakage rates))
Integrated circuits and transistors	Bi-polar	V.B.E.D
	J FET	
	CMOS	
	MOS FET	
capacitors	Ceramic disc	V.B.E.ES Measurements preceded by storage for 4 h at 125 °C
	Polycarbonate	Under study
	Other film	V.B.E.ES
	Glass / porcelain	VP.B.E
	Solid tantalum	V.B.E.ES.D ES: charges/discharges + burn-in for 96 h at 85 °C
	Jellified tantalum silver package	Under study
	Jellified tantalum tantalum package	V.B.E.ES.D ES: charges/discharges + burn-in for 96 h at 85°C
Connectors	Hard insulating material	V.ES ES: electrical measurements at 100 %, two contacts per connector
	Flexible insulating material	V.ES ES: ditto, hard insulating material, but performed at the manufacturer
	Contacts (alone)	V
	Filters	V.ES ES: electrical measurements: two contacts per type of filters and per connector
	Hermetic connector	V.ES.H ES: electrical measurements, two contacts per connector
Diodes	Glass and droplet	V.B.H.E
	Metallic	V.B.E.D
Wires and cables		V.E.B
Filters		V.E.B.ES ES: measure of Ri and C at 25 °C
Fuses		V.B.E.D

Families	Technology	Periodic and/or de-stocking and tests
Inductors		V.E.B.ES ES: measure of 100 % measurements at 125 °C
Switches		V.B.E.ES.D ES: burn-in and electrical measurements consisting of 10 switchings
Micro-components		TO BE DEFINED CASE BY CASE
Optoelectronic		V.B.E.D
Crystal	Crystal alone	V.B.E.D
	Quartz Oscillator	TO BE DEFINED CASE BY CASE
Relays		V.B.E.ES + H.D. ES: burn-in and measurements consisting of 10 switchings
Resistors	Wire-wound	V.B.E
	High precision wire-wound	V.B.E.ES High temperature measurements at 100 %
	Oxide film	V.B.E
	Metal film	V.B.E
	Trimmer	V.B.E.
Thermistors		V.B.E Resistance and alpha measurement at 25 °C
Heaters		V.B.E
Thermostats		V.B.E.ES.D ES: Burn-in and electrical measurements consisting of 10 switchings
Coils		V.E
Key V: Visual inspection by sampling or 100 % B: Solderability tests E: Electrical measurements by sampling or 100 % ES: Specific tests by sampling or 100 % D: Destructive physical analysis (DPA) H: Sealing (if applicable to the technology) by sampling or 100 %		

Annex E (informative)

Parameters influencing the quantity of components to be stored

The items and parameters examples tabulated below are useful parameters to identify, collect and store at beginning of long-term storage duration when they are easily available. The parameters are be used to assess the viability of parts during and after the storage period.

Components to be stored	
Requirements for manufacture (next level assembly)	
Needs for maintenance	
Operational λ	
Provisional λ – Data collection – Manufacturer's models – Internal models	
Technical validation – Initial – Follow up (if any)	
Contingency factor – Stock destruction – Fluctuation in manufacturing	

Bibliography

IEC 60068-2-17:1994, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60749-20-1, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 20-1: Handling, packing, labelling and shipping of surface-mount devices sensitive to the combined effect of moisture and soldering heat*

IEC 60749-21, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 21: Solderability*

IEC 61340-5-1:2007, *Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements*

IEC TR 61340-5-2:2007, *Electrostatics – Part 5-2: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – User guide*

IEC TS 61945, *Integrated circuits – Manufacturing line approval – Methodology for technology and failure analysis*

IEC 62258 (all parts), *Semiconductor die products*

IEC TR 62258-3, *Semiconductor die products – Part 3: Recommendations for good practice in handling, packing and storage*

IEC TR 62380, *Reliability data handbook – Universal model for reliability prediction of electronics components, PCBs and equipment*

IEC 62402, *Obsolescence management – Application guide*

IEC 62435-2, *Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices – Part 2: Deterioration mechanisms*

IEC 62435-5, *Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices – Part 5: Die and wafer devices*

IEC 62435-6³, *Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices – Part 6: Packaged or finished devices*

IEC 62435-7⁴, *Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices – Part 7: MEMS*

IEC 62435-8⁵, *Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices – Part 8: Passive electronic devices*

³ Under preparation.

⁴ Under preparation.

⁵ Under preparation.

IEC 62435-9⁶, *Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices – Part 9: Special cases*

IEC TS 62668-1, *Process management for avionics – Counterfeit prevention – Part 1: Avoiding the use of counterfeit, fraudulent and recycled electronic components*

IEC TS 62668-2, *Process management for avionics – Counterfeit prevention – Part 2: Managing electronic components from non-franchised sources*

ISO 14644 (toutes les parties), *Cleanrooms and associated controlled environments*

EN 190 000:1995, *Generic specification – Integrated monolithic circuits*

JEDEC J-STD-033, *Standard for handling, packing, shipping, and use of moisture/reflow sensitive surface mount devices*

JEDEC JEP160, *Long-term storage guidelines for electronic solid-state wafer, dice and devices*

GEIA/SAE STD-0016, *Standard for preparing a DMSMS management plan*

IPC-1601, *Printed Board Handling and Storage Guidelines*

⁶ Under preparation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-1:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
INTRODUCTION.....	38
1 Domaine d'application	40
2 Références normatives	40
3 Termes, définitions et termes abrégés	40
3.1 Termes et définitions	40
3.2 Abréviations	41
4 But du stockage de longue durée.....	41
4.1 Généralités	41
4.2 Critères de décision pour le stockage	42
4.2.1 Avantages	42
4.2.2 Dangers	42
4.2.3 Coût du stockage.....	44
4.2.4 Critères de décision	44
4.3 Raisons et méthodologie.....	44
4.4 Contraintes du marché.....	45
4.5 Réduction des risques et assurance.....	45
4.6 Réduction de l'obsolescence.....	45
5 Logistique.....	46
5.1 Exigences d'approvisionnement.....	46
5.1.1 Liste des composants	46
5.1.2 Quantité de composants à stocker	46
5.1.3 Quand est-il valable de garder un composant en stock?	46
5.1.4 Recommandations d'approvisionnement	47
5.2 Unité de stockage élémentaire	47
5.3 Gestion du stock	47
5.4 Redondance	47
5.5 Régime de stockage	48
5.5.1 Problèmes de stockage	48
5.5.2 Identification et traçabilité.....	48
5.6 Sortie du lieu de stockage.....	48
5.6.1 Précautions	48
5.6.2 Rotation du stock.....	49
5.7 Vérification périodique des composants	49
5.7.1 Généralités	49
5.7.2 Objectifs	49
5.7.3 Périodicité	49
5.7.4 Essais pendant la vérification périodique	50
6 Remarques relatives au stockage des dispositifs après fixation sur une carte (ou autre)	50
7 Manipulation	50
8 Examen	50
9 Processus de contrôle d'inventaire	51
10 Transport.....	51
11 Finitions des connexions	51
12 Assemblage et contrôle de lots	51

13	Validation	51
14	Stockage non planifié et types de stockages	52
14.1	Types de stockages	52
14.2	Stockage non planifié.....	52
15	Autres éléments à stocker en plus des composants.....	52
15.1	Données associées.....	52
15.2	Equipements.....	53
16	Installation de stockage	53
16.1	Coût de possession	53
16.2	Sécurité et sûreté physiques.....	53
16.3	Emplacement et environnement ambiant.....	53
17	Stratégies.....	54
17.1	Généralités	54
17.2	Chaîne logistique	54
17.3	Redémarrage de la chaîne de fabrication.....	54
18	Législation et sujets environnementaux	54
	Annexe A (informative) Exemple de liste de contrôle pour les responsables de projets	55
	Annexe B (normative) Exemple de liste de contrôle pour des installations de stockage de longue durée.....	57
	Annexe C (informative) Exemple de liste de composants	59
	C.1 Liste des composants	59
	C.2 Description des données.....	60
	Annexe D (informative) Exemples d'essais périodiques et/ou de déstockage	61
	Annexe E (informative) Paramètres influençant la quantité de composants à stocker	63
	Bibliographie.....	64
	Tableau 1 – Dangers relatifs au stockage	43
	Tableau A.1 – Exemple de liste de contrôle pour les responsables de projets	55
	Tableau B.1 – Exemple de liste de contrôle pour des installations de stockage.....	57
	Tableau C.1 – Liste de composants	59
	Tableau D.1 – Essais périodiques et/ou de déstockage	61

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES – STOCKAGE DE LONGUE DURÉE DES DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS –

Partie 1: Généralités

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC»). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 62435-1 a été établie par le comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

La présente norme annule et remplace l'IEC/PAS 62435 publié en 2005. Cette première édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/2326/FDIS	47/2349/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62435, publiées sous le titre général *Composants électroniques – Stockage de longue durée des dispositifs électroniques à semiconducteurs*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 l'IEC 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 62435-1:2017

INTRODUCTION

Le présent document s'applique au stockage de longue durée de composants électroniques.

Il s'agit d'un document concernant le stockage de longue durée (LTS) de dispositifs électroniques, inspirée des meilleures pratiques actuellement connues pour le stockage de longue durée. Pour les besoins du présent document, le LTS est défini comme étant tout stockage de dispositifs dont la durée peut être supérieure à 12 mois, pour un produit destiné à être stocké pendant une durée prolongée. Bien que destinée à traiter du stockage de semiconducteurs non encapsulés et de dispositifs électroniques encapsulés, la présente norme n'exclut pas le stockage d'autres articles avec les niveaux de stockage qu'elle définit.

Bien qu'elle ait toujours existé dans une certaine mesure, l'obsolescence des composants électroniques et particulièrement des circuits intégrés a pris de plus en plus d'ampleur au cours des dernières années.

De fait, avec l'essor technologique actuel, la durée de vie commerciale d'un composant est devenue très courte comparée à celle des équipements industriels dans le domaine aéronautique, le domaine ferroviaire ou celui de l'énergie.

De nombreuses solutions ont désormais été identifiées pour traiter le problème de l'obsolescence. Avant de choisir l'une de ces solutions, il convient toutefois de mener une étude de faisabilité technique et économique au cas par cas, en tenant compte de l'objet du stockage, maintenance sur le terrain ou production, par exemple:

- stockage curatif dès lors que les composants ne sont plus commercialisés;
- stockage préventif en prévision d'une déclaration d'obsolescence.

Compte tenu de la durée de vie prévue de certaines installations, qui peut être de plusieurs décennies, des temps de qualification et des coûts d'indisponibilité, qui peuvent aussi être très élevés, il convient souvent que la solution à adopter pour résoudre le problème de l'obsolescence soit mise en œuvre rapidement. C'est pourquoi la solution retenue dans la plupart des cas consiste à stocker systématiquement les composants qui sont en train de devenir obsolètes.

Les risques techniques d'une telle solution sont a priori relativement faibles. Celle-ci requiert toutefois une maîtrise parfaite du processus mis en œuvre et en particulier de l'environnement de stockage. Or cette maîtrise devient critique dans le cas d'un stockage de longue durée.

Il est recommandé que toutes les opérations de manipulation, de protection, de stockage et d'essai soient effectuées conformément à l'état de la technique.

La mise en œuvre de l'approche proposée dans la présente norme ne garantit en aucune manière que les composants stockés seront en parfait état de fonctionnement à la fin de ce stockage. Elle offre seulement un moyen de réduire le plus possible les facteurs de dégradation potentiels et probables.

Certains utilisateurs ont besoin de stocker des dispositifs électroniques pendant de longues périodes. Des achats de pièces pour la durée de vie d'un équipement sont habituellement effectués pour prendre en charge les phases de production d'ensembles qui dépassent sensiblement la durée de production prévue de leurs pièces individuelles. L'utilisateur doit par conséquent stocker ces pièces avec soin et d'une manière permettant de conserver leur brasabilité initiale et de réduire le plus possible toute dégradation dans le temps. Les principales sources de dégradation sont l'humidité, les champs électrostatiques, les rayonnements ultraviolets, les variations importantes de température, les contaminants atmosphériques et les dégazages.

Les garanties et le stockage de pièces de rechange constituent également un défi pour l'utilisateur ou l'entreprise de réparation car certains systèmes ont été conçus pour pouvoir être utilisés pendant de longues périodes, dans certains cas jusqu'à 40 ans ou plus. Certains des dispositifs nécessaires pour la réparation de ces systèmes ne seront pas disponibles auprès du fournisseur d'origine pendant la durée de vie du système, ou bien l'ensemble de rechange pourra être construit au moyen du système de production d'origine, mais nécessiter ensuite un stockage de longue durée. Le présent document a été élaboré pour fournir une norme applicable au stockage de dispositifs électroniques pendant de longues périodes. Pour le stockage de dispositifs qui sont sensibles à l'humidité, mais qui ne nécessitent pas d'être stockés pendant de longues périodes, voir l'IEC TR 62258-3.

Par hypothèse, concernant le stockage de longue durée le dispositif sera stocké de façon continue pendant plusieurs années. Il est essentiel qu'il soit utilisable à l'issue du stockage. Il convient d'accorder une attention particulière aux moyens de stockage hébergeant les dispositifs ainsi qu'à l'environnement local.

Les présentes lignes directrices n'impliquent aucune garantie de produit ou de fonctionnement au-delà de la durée de stockage communiquée par le fabricant.

La série IEC 62435 a pour but de garantir aux dispositifs une fiabilité adéquate dans les applications utilisateur après un stockage de longue durée. Les utilisateurs sont invités à demander des données aux fournisseurs concernant les spécifications applicables afin d'aboutir à un stockage optimum conforme à leurs attentes. Les présentes normes ne sont pas destinées à aborder les mécanismes de défaillance interne qui surviendraient indépendamment des conditions de stockage.

Les présentes normes ont pour but de fournir un guide pratique des méthodes de stockage de longue durée de composants électroniques lorsque le stockage du produit est prévu ou planifié pour plusieurs années. Les régimes de stockage dans le cadre d'une production en cours sont gérés conformément aux exigences de processus internes à l'entreprise et ne sont pas détaillés dans la présente série de normes.

La norme complète est scindée en plusieurs parties. Les Parties 1 à 4 s'appliquent à tous les stockages de longue durée et contiennent des exigences et des préconisations générales, tandis que les Parties 5 à 9¹ sont propres au type de produit stocké. Il convient de lire la partie propre au produit conjointement avec les exigences générales des Parties 1 à 4.

Les composants électroniques nécessitant des conditions de stockage différentes sont abordés séparément à partir de la Partie 5.

La structure de la série IEC 62435 telle qu'elle est actuellement conçue est la suivante:

Partie 1 – Généralités

Partie 2 – Mécanismes de détérioration

Partie 3 – Données

Partie 4 – Stockage

Partie 5 – Dispositifs de puces et plaquettes

Partie 6 – Dispositifs encapsulés ou finis

Partie 7 – MEMS

Partie 8 – Dispositifs électroniques passifs

Partie 9 – Cas spéciaux

¹ En préparation.

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES – STOCKAGE DE LONGUE DURÉE DES DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS –

Partie 1: Généralités

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62435 relative au stockage de longue durée couvre les termes, les définitions et les principes du stockage de longue durée qui peuvent être utilisés dans le cadre d'une stratégie de réduction de l'obsolescence. Le stockage de longue durée fait référence à une durée qui peut être supérieure à 12 mois, pour un produit destiné à être stocké pendant une durée prolongée. Les concepts, les bonnes pratiques et les moyens généraux de nature à faciliter la réussite d'un stockage de longue durée de composants électroniques sont aussi abordés.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60749-20-1, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 20-1: Manipulation, emballage, étiquetage et transport des composants pour montage en surface sensibles à l'effet combiné de l'humidité et de la chaleur de brasage*

3 Termes, définitions et termes abrégés

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Termes et définitions

3.1.1

environnement de stockage

zone de stockage spécialement contrôlée, avec un contrôle particulier de la température, de l'humidité, de l'atmosphère et de toute autre condition, conformément aux exigences du produit

3.1.2

stockage de longue durée

LTS

stockage planifié de composants visant à prolonger la durée de vie sur une certaine période dans le but de permettre une utilisation future

Note 1 à l'article: Les durées de stockage autorisées varient selon le facteur de forme (par exemple les matériaux d'emballage, la forme) et les conditions de stockage. En général, le stockage de longue durée (LTS, Long-Term Storage) est supérieur à 12 mois.

Note 2 à l'article: L'abréviation "LTS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*long-term storage*"

Note 3 à l'article: L'abréviation "MSD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*moisture-sensitive device*"

3.1.3

dispositif électronique

article électrique, électronique, électromécanique (EEE) encapsulé, ou ensembles utilisant de tels articles

3.1.4

sachet étanche à l'humidité

MBB

sachet de stockage comportant un film antivapeur plastifié souple qui limite la transmission de la vapeur d'eau

Note 1 à l'article: Voir l'IEC60749-20-1 pour l'emballage des produits sensibles à l'humidité.

Note 2 à l'article: L'abréviation "MBB" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*moisture barrier bag*"

3.1.5

carte indicatrice d'humidité

HIC

carte imprimée avec un produit chimique sensible à l'humidité (bromure de cobalt) qui passe du bleu au rose en présence de vapeur d'eau

Note 1 à l'article: L'abréviation "HIC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*humidity indicator card*"

3.2 Abréviations

DES décharge électrostatique

4 But du stockage de longue durée

4.1 Généralités

Le LTS est défini comme tout stockage d'un dispositif pendant plus de 12 mois, mais habituellement beaucoup plus longtemps. Les Annexes A à E donnent des listes et des outils utiles destinés à la documentation et à l'utilisation ultérieure pendant et après le stockage de longue durée. La plupart des stocks sont constitués pour des exigences de production immédiate, mais certains produits sont entreposés pour les raisons suivantes:

- achat en volume pour une production supplémentaire;
- raisons de coût, justifiées par des baisses de prix ou des quantités d'achat minimales;
- achat de dernière limite, exigée pour une production future;
- composants spéciaux réalisés sur commande;
- produits stockés pour un client en vue de sa production future;
- produits stockés pour des commandes futures prévues;
- pièces de rechange pour les réparations en cours de service.

Le stock LTS ne doit pas être entreposé avec les produits destinés à une production immédiate. Il est recommandé que les produits destinés à une production future soient séparés et entreposés dans une installation de stockage de longue durée afin d'assurer la protection contre:

- le mélange involontaire des composants stockés et l'utilisation dans la production immédiate de composants prévus pour une utilisation de production future;
- la vente ou la mise au rebut de stocks qui ont été entreposés plus longtemps que prévu dans des entrepôts de production et qui sont considérés à tort comme n'étant plus nécessaires;
- des revues et réductions de stock avec une mise au rebut involontaire de composants;
- l'ouverture involontaire et répétée d'armoires contenant des produits LTS.

4.2 Critères de décision pour le stockage

4.2.1 Avantages

4.2.1.1 Simplicité technique – Rapidité

Lorsque les différentes étapes du processus de stockage sont finalisées et validées, la création d'un stock est une solution plus simple, plus rapide et techniquement moins dangereuse que le développement ou la modification de cartes électroniques.

Le stockage peut aussi être une solution temporaire autorisant la maintenance d'équipements pendant la modification ou le développement de cartes électroniques.

4.2.1.2 Durabilité d'une solution

Toute modification d'équipement reposant sur l'utilisation de nouveaux composants électroniques sera confrontée en fin de compte à l'obsolescence de ces nouveaux composants. Le stockage peut résoudre les problèmes d'obsolescence jusqu'à la fin de la durée de vie de l'équipement.

4.2.1.3 Stockage préventif

Le stockage préventif (c'est-à-dire avant que le composant ne devienne obsolète) présente plusieurs avantages supplémentaires par rapport au stockage curatif (c'est-à-dire lorsque le composant est déjà devenu obsolète). Il peut être avantageux pour plusieurs raisons telles que:

- le prix du composant n'est pas devenu prohibitif comme dans le cas de composants obsolètes spécifiques qui sont devenus très rares;
- le niveau de qualité est garanti si le composant peut être acheté directement auprès du fabricant ou d'un distributeur franchisé;
- la probabilité de recevoir des composants contrefaits, frauduleux ou recyclés est très faible en cas d'achat directement auprès du fabricant ou d'un distributeur franchisé. Toutefois, lorsqu'un composant est devenu obsolète depuis longtemps, il n'est possible de le trouver qu'auprès de fournisseurs spécialisés dans l'achat, le stockage et la revente de composants obsolètes, et la probabilité de recevoir des composants contrefaits est alors plus élevée. Pour davantage d'informations, voir l'IEC TS 62668-1 et l'IEC TS 62668-2. Dans ce cas, aucune garantie de fiabilité relative aux composants n'est susceptible de s'appliquer.

Pour davantage d'informations, voir l'IEC 62402.

4.2.2 Dangers

4.2.2.1 Généralités

Le stockage de composants comporte un certain nombre de dangers qu'il convient de prendre en compte dans le stockage de longue durée. Ceux-ci sont énumérés dans le Tableau 1 suivant et les paragraphes référencés, ainsi que dans l'IEC 62435-2.

Tableau 1 – Dangers relatifs au stockage

Danger	Référence	Description	Réduction
Vieillessement général	4.2.2.2	Lorsqu'ils sont entreposés, les composants sont sujets à des mécanismes de vieillissement naturel qui peuvent causer la détérioration du composant.	S'assurer que les mécanismes de détérioration des composants ont été évalués et que les conditions de stockage réduisent le plus possible ces effets.
Mauvais dimensionnement du stock	4.2.2.3	Sous-estimation du nombre de composants à stocker. Peut conduire à des pénuries ultérieures.	S'assurer de l'utilisation de méthodes correctes pour calculer le nombre de composants à stocker.
Contrôle pendant le stockage	4.2.2.4	Des conditions de stockage variables ou incontrôlées peuvent provoquer une détérioration rapide des composants.	Il convient de contrôler les conditions de stockage relativement à des limites prédéterminées et de procéder à une surveillance pour détecter les événements hors contrôle.
Gel de la conception et de la fonctionnalité d'un équipement	4.2.2.5	La conception et la fonction d'un équipement peuvent devoir être mises à niveau pendant la durée de vie de l'équipement.	Le stockage de composants pour une utilisation future implique le gel de la conception.

4.2.2.2 Danger de vieillissement générique

Les composants entreposés ne restent pas dans leur état d'origine et sont sujets au vieillissement naturel d'une ou plusieurs de leurs caractéristiques. Cet effet peut être réduit en effectuant des recherches sur les mécanismes de détérioration de tout type de composant entreposé et en définissant les conditions de stockage de façon à réduire le plus possible toute détérioration probable. Voir l'IEC 62435-2 pour plus d'informations.

4.2.2.3 Mauvais dimensionnement du stock

Le calcul du volume de composants à stocker peut reposer sur des retours d'informations (taux de défaillance de fonctionnement) et/ou sur des modèles théoriques (taux de défaillance prédictif). Un calcul basé sur des retours d'informations n'est valide que si l'échantillon est suffisamment important (nombre important de composants installés, fonctionnement depuis plusieurs années, nombre élevé de défaillances mises en évidence). Les calculs prédictifs ne tiennent généralement pas compte des paramètres extrinsèques des composants (défauts causés par la manipulation et la réparation de circuits imprimés, remplacement systématique des composants (y compris les composants fonctionnels) pendant les réparations, utilisation incorrecte des composants, etc.). Il est ainsi possible que le volume du stock soit mal évalué.

La sous-estimation du stock peut conduire à une pénurie de composants pour réparer les circuits imprimés, et mettre ainsi en péril la stratégie du stock. La surestimation conduira à l'achat et au conditionnement de composants qui ne seront pas utilisés, ce qui augmentera les coûts de façon importante.

4.2.2.4 Contrôle pendant le stockage

Les conditions de stockage doivent être définies avec précision, contrôlées et auditable. Il importe en outre de vérifier la qualité des composants à stocker.

4.2.2.5 Gel de la conception et de la fonctionnalité d'un équipement

Le stockage de composants pour assurer la maintenance des équipements sur une longue période implique le gel de la conception des équipements. Une solution de stockage de longue durée n'est donc pas compatible avec le souhait de mise à niveau des équipements et des fonctionnalités.

4.2.3 Coût du stockage

Pour évaluer le coût d'une solution de stockage, il convient de tenir compte de plusieurs éléments tels que:

- achat des composants;
- validation/essai des lots de composants achetés;
- conditionnement et déconditionnement;
- gestion du stock;
- maintenance des installations dédiées au stockage au moyen d'essais de fabrication et/ou de réparations;
- personnel assurant le stockage, les opérations de maintenance, etc.;
- coût financier des stocks attachés.

4.2.4 Critères de décision

Il convient de prendre en compte les critères suivants:

- durée de stockage prévue;
- dimensionnement du stock;
- indice de fiabilité du dimensionnement;
- durée de vie des moyens d'essai;
- durée de vie des moyens de fabrication et/ou des circuits imprimés;
- traçabilité de la compétence et documentation associée;
- conséquences industrielles du sous-dimensionnement ou de la défaillance d'un composant à la fin du stockage;
- niveau de confiance dans la connaissance des mécanismes potentiels de défaillance de composants;
- coût comparé à d'autres solutions;
- effet de l'acceptation de nouvelles commandes de produits utilisant les composants LTS;
- planification d'audits/examens et normes utilisées.

4.3 Raisons et méthodologie

Un grand nombre de composants électroniques ont un cycle de vie plus court que le cycle de conception et de fabrication de l'équipement dans lequel ils sont utilisés. Cela est particulièrement vrai des équipements conçus pour les domaines militaires, spatiaux, automobiles, médicaux ou d'autres produits à haute fiabilité dont le cycle de conception ou la période prévue de fabrication est de longue durée. Certains composants deviennent par conséquent obsolètes avant que le cycle de fabrication ne soit terminé. En fin de compte, le coût du stockage de longue durée est pris en compte par les fournisseurs et les clients dans les termes et conditions des contrats d'affaires.

Lorsqu'un composant devient obsolète, les utilisateurs ont le choix entre mettre à niveau/modifier la conception du produit pendant le cycle de fabrication, ce qui augmente les coûts, ou effectuer un achat de pièces pour la durée de vie couvrant tous les besoins de production et de maintenance.

Les coûts supplémentaires relatifs aux essais et aux approbations de type dans le cas d'une modification de conception doivent être pris en compte lors de ce choix. Ce coût du stockage de longue durée doit prendre en compte non seulement le coût immédiat de l'achat des composants et le coût du stockage, mais aussi les coûts associés à la vérification ou la qualification périodique des composants stockés. Chaque stratégie présente également ses propres risques, et ceux-ci doivent être pris en compte.

Si les composants ont été achetés avant la production planifiée, il est nécessaire de les entreposer d'une manière soigneusement prédéterminée. Dans le cas où, au moment de la production, les composants ont dépassé la durée limite de stockage mentionnée par le fabricant, une étude doit être menée pour déterminer comment les conditionner ou les reconditionner avant le stockage et définir les essais et les qualifications permettant de garantir que seuls seront stockés des composants en bon état. Voir 5.5 pour plus d'informations.

4.4 Contraintes du marché

Les contraintes du marché déterminent le moment où il n'est plus économiquement viable de continuer de fabriquer un composant, et celui-ci est alors déclaré en fin de vie ou obsolète. Il peut arriver qu'un fabricant soit incité à redémarrer la fabrication d'un composant obsolète, mais cela requiert normalement un investissement important.

Il n'est pas toujours possible de prévoir le moment de la fin de vie pour un composant particulier, et le fabricant lui-même peut ne pas être en mesure d'avertir à l'avance ou d'effectuer un achat de dernière limite. Il n'est par conséquent pas recommandé de prendre pour hypothèse qu'il y aura toujours une possibilité d'effectuer un dernier achat vers la fin du cycle de production d'un composant particulier.

4.5 Réduction des risques et assurance

Qu'un stockage de longue durée soit utilisé ou non, il existe un risque quant à la disponibilité future des composants pour une conception particulière. L'analyse et le calcul des risques en jeu, en y incluant les coûts financiers, n'entrent pas dans le domaine d'application du présent document. Il existe toutefois de nombreux consultants spécialisés dans l'analyse et la gestion des risques.

Un des facteurs à prendre en compte dans le stockage des composants est le coût de l'assurance pour le cas où le plus défavorable survient et que les composants ne peuvent pas être utilisés après le stockage. La valeur assurée augmente généralement pendant la durée du stockage. Au début du stockage, lorsque les composants de remplacement peuvent être obtenus auprès du fabricant, la valeur assurée peut représenter seulement le coût de ces remplacements. A mesure que le stockage se poursuit, le coût du remplacement des composants augmente jusqu'aux coûts maximums de reconception et de qualification dans le cas où les composants deviennent inutilisables.

Il existe toutefois plusieurs méthodes de réduction des risques, comme par exemple l'utilisation de plusieurs lieux de stockage, afin d'aider à réduire les risques du stockage et les coûts d'assurance associés. Il convient que l'utilisation effective de processus de surveillance, de vérification et de qualification pendant le stockage aide à réduire tout risque de dommage pendant le stockage.

4.6 Réduction de l'obsolescence

Il convient de prendre en considération les risques liés à l'obsolescence le plus tôt possible dans le cycle de conception de manière à éviter d'utiliser des composants susceptibles de devenir obsolètes plus tôt sans solution de remplacement viable. Il convient d'être prudent lors de la conception de systèmes électroniques avancés utilisant des composants originellement destinés à un produit de grande consommation tel qu'un téléphone mobile, car ces composants ont tendance à avoir un cycle de vie extrêmement court. De même, les composants mémoires tendent à avoir des cycles de fabrication courts, les fréquentes réductions de la taille des puces (die shrink) et les augmentations rapides de la densité de mémoire conduisant à une obsolescence prématurée. Il convient de ne pas prendre pour hypothèse qu'une mémoire de plus grande capacité puisse toujours remplacer un composant mémoire obsolète. Voir les normes IEC 62402 et GEIA/SAE STD-0016. Il convient également de tenir compte de l'obsolescence des équipements et programmes d'essai.

5 Logistique

5.1 Exigences d'approvisionnement

5.1.1 Liste des composants

Une liste appropriée des composants utilisés doit être établie pour les unités concernées soumises au stockage de longue durée. Il convient que cette liste comprenne le numéro de pièce, les spécifications, les fabricants et les références commerciales correspondantes.

La liste doit être croisée avec l'ensemble de niveau immédiatement supérieur.

Cette liste a pour objectif de

- définir tous les composants exigés pour une production de série future;
- gérer le stockage de longue durée;
- gérer les pièces de rechange et les réparations.

Un exemple de liste est donné à l'Annexe C.

5.1.2 Quantité de composants à stocker

5.1.2.1 Généralités

Il convient de prendre en compte deux types de stocks:

- le stock de production;
- le stock de maintenance sur le terrain.

Il convient d'accorder une attention spéciale aux éléments suivants:

- les composants spécifiques;
- les composants à source d'approvisionnement unique;
- les composants devenant obsolètes avant la fin de la production.

Il convient de s'assurer que les quantités stockées prennent en compte les pièces utilisées pour les essais considérés comme destructifs.

5.1.2.2 Stock de production

Il convient que le stock prenne en compte la production planifiée et, si possible, les productions futures (pour un nouveau lancement sur le marché).

5.1.2.3 Calcul des quantités de stock pour la maintenance sur le terrain

Il convient que ce stock permette aux composants de rester opérationnels pendant toute la durée de vie de l'équipement et des systèmes (par exemple, 25, 30 ou même 40 ans pour les équipements de défense, ferroviaires, médicaux ou de centrales nucléaires).

Il convient qu'une méthode soit définie pour déterminer la quantité de composants nécessaire pour le stock de maintenance sur le terrain.

5.1.3 Quand est-il valable de garder un composant en stock?

Selon le type de composant

- il convient que l'approvisionnement des composants spécifiques soit lancé au plus tard en même temps que la fabrication du dernier lot de production des composants;

- dans le cas d'un composant à source d'approvisionnement unique, il convient que la commande soit lancée dans les temps indiqués par le fabricant.

5.1.4 Recommandations d'approvisionnement

Il convient que chaque lot de composants soit clairement identifié.

Il est recommandé qu'aucun lot ne présente des codes de dates de fabrication vieux de plus de deux ans au moment de la livraison.

Les lots (certificat de conformité, résultats d'essais électriques, etc.) doivent être accompagnés de tous les documents permettant d'assurer la traçabilité des composants.

Il convient que les lots soient d'une provenance connue.

Les composants doivent être livrés, si nécessaire, dans des emballages garantissant la protection contre les décharges électrostatiques et la protection contre l'humidité, avec toute étiquette de danger.

Les emballages sont correctement identifiés (code de date, fabricant, référence du composant).

5.2 Unité de stockage élémentaire

L'unité de stockage élémentaire est définie comme la plus petite entité relative à la référence d'un composant stocké.

L'unité de stockage élémentaire doit être adaptée à la consommation attendue, de manière à réduire le nombre d'opérations de conditionnement et de déconditionnement auxquelles les composants sont soumis.

En prenant, par exemple, pour hypothèse

- que la consommation attendue d'un produit spécifique est d'un composant par an;
- que ce composant doit être stocké pendant 15 ans;
- que les 15 composants sont stockés dans le même emballage (unité de stockage élémentaire).

L'emballage sera donc ouvert et fermé 15 fois, ce qui multiplie les risques de dégradation des composants. Dans ce cas, l'idéal serait de stocker chacun des 15 composants dans un emballage qui leur est propre, ou au moins d'augmenter le nombre d'emballages.

5.3 Gestion du stock

Dans le cas d'un stockage préventif, la rotation des lots s'appréciera en comparant les coûts de mise en œuvre du stockage à la nécessité de renouvellement du stock.

5.4 Redondance

Pour éviter les défauts d'ordre général (par exemple, incendie, inondation), il convient que les composants soient stockés à des emplacements physiques distincts. Par exemple, un surdimensionnement de 100 % du stock entreposé à deux endroits différents permet d'éviter les défauts d'ordre général.

5.5 Régime de stockage

5.5.1 Problèmes de stockage

La durée LTS peut être influencée par des conditions de stockage impropres. Les causes potentielles de problèmes de stockage telles que les conditions environnementales (parmi lesquelles la température, l'humidité, la pression, les gaz atmosphériques, les décharges électrostatiques, l'application de forces physiques, etc.), les manipulations (chocs, vibrations, impacts, etc.), les contaminations, la durée limite de stockage des matériaux ou tout autre facteur de contrainte appliquée peuvent avoir un effet sur la durée LTS globale. Des dégradations causées par l'humidité peuvent se produire si l'intégrité du stockage n'est pas préservée. Lorsque c'est possible, la vérification de l'exposition à l'humidité comprend, entre autres, un examen de la carte indicatrice d'humidité (HIC, humidity indicator card) permettant de détecter toute modification de couleur, une surveillance de l'humidité de la pièce et l'utilisation de dispositifs d'enregistrement indiquant l'exposition à l'humidité. Des matériaux différents peuvent absorber l'humidité à des vitesses différentes et nécessiter une évaluation basée sur la durée d'exposition. Pour les autres mécanismes de dégradation nécessitant de l'oxygène, des rayonnements, une exposition électrique ou un impact mécanique, il convient que l'environnement LTS soit apprécié pour prévenir toute contribution éventuelle à une défaillance.

5.5.2 Identification et traçabilité

Pour chaque lot, il convient d'enregistrer au minimum les données suivantes pendant le conditionnement et le déconditionnement:

- le nom du fabricant et le numéro de pièce du composant;
- la source d'approvisionnement;
- le code de date;
- l'historique de conditionnement/reconditionnement;
- le propriétaire du stock (si le stockage a lieu dans une installation de stockage tierce);
- les essais de validation effectués;
- l'origine de la demande de stockage du composant;
- l'équipement sur lequel le composant est utilisé.

Ces données ont pour objectif d'identifier parfaitement les composants stockés, d'assurer la traçabilité des opérations de maintenance et d'organiser le retour d'informations.

Dans le cas de vérifications périodiques, il convient d'enregistrer les données (date, nature des vérifications, composants soumis aux essais, résultats, etc.).

Lorsqu'un produit est fourni dans des sachets étanches à l'humidité (MBB), il convient que figure sur l'extérieur du sachet la date à laquelle il a été scellé, conformément à l'IEC 60749-20-21. Il convient que cette date ait priorité sur le code de date du produit pour déterminer combien de temps le produit a été conservé dans le MBB et si la durée de conservation pour un stockage en MBB a été dépassée. Lorsque la durée de conservation en rayonnage indiquée par le fournisseur a été dépassée, les composants peuvent nécessiter un nouvel essai et/ou un reconditionnement avant tout nouveau stockage – se reporter aux instructions des fournisseurs pour le reconditionnement.

5.6 Sortie du lieu de stockage

5.6.1 Précautions

Il est important de ne pas interrompre les précautions prises pour le stockage, comme les variations de température, l'humidité relative, les agressions, les contaminations, les décharges électrostatiques, les rayonnements et la lumière.

Tout composant sorti du stock ne doit être à nouveau stocké que si les règles de stockage fournies pour ce type de composant ont été respectées. Toutefois, la période de stockage initiale doit être prise en compte et il convient de suivre tous les programmes préalables au stockage éventuellement nécessaires.

5.6.2 Rotation du stock

La sortie de stockage s'effectue généralement selon le code de date du composant, de manière à utiliser d'abord le composant de code de date le plus ancien.

5.7 Vérification périodique des composants

5.7.1 Généralités

Il convient de tenir compte de la nécessité d'essais périodiques et de l'apprécier par rapport au risque d'endommagement des produits soumis au stockage de longue durée.

Pour le LTS des produits, il est possible d'apprécier l'adéquation du processus de stockage et l'état du produit stocké au moyen d'un essai d'échantillon. Si cela est approuvé par le client et le fournisseur, un matériel de remplacement peut être utilisé pour apprécier des composants de type similaire dans le LTS. Des échantillons représentatifs du produit peuvent être sortis du LTS à des intervalles réguliers adaptés au dispositif et au protocole de stockage. Il convient de vérifier l'échantillon pour détecter tout signe de dommage ou de détérioration. Il convient de prendre alors en compte l'équipement et les programmes d'essai d'origine.

Le type d'essai LTS à effectuer dépend du mode de défaut étudié ainsi que des exigences du produit. Pour les exigences spécifiques, voir les normes IEC 62435-5 à IEC 62435-9².

Lors de l'extraction d'un produit LTS, il convient de prendre des précautions pour éviter toute perturbation des produits LTS restant dans le stock. Il convient de rechercher un équilibre entre le souhait d'évaluation périodique et la nécessité de maintenir un environnement de stockage ne présentant pas de perturbations.

5.7.2 Objectifs

Les contraintes les plus importantes auxquelles un composant électronique peut être soumis pendant le stockage sont de natures mécanique, thermique et chimique. Ces contraintes peuvent être internes ou externes au composant; voir l'IEC 62435-2.

Les risques d'altération de la qualité et de la fiabilité justifient

- une vérification de l'environnement;
- une vérification périodique de la conformité du composant;
- une vérification du composant pendant le déstockage.

En fonction du compromis risque/coût, la vérification périodique peut être remplacée par une vérification pendant le déstockage.

5.7.3 Périodicité

La fréquence de la vérification dépend

- du niveau de risque envisagé;
- des résultats des premiers essais d'évaluation;
- des résultats des vérifications périodiques précédentes;

² En préparation.

- des matériaux situés à proximité immédiate des composants.

5.7.4 Essais pendant la vérification périodique

Il convient d'effectuer ces essais ou ces mesures

- sur un échantillon représentatif des composants stockés;
- sur les mêmes échantillons, de manière à éviter les contraintes causées par les opérations de manipulation et d'essai;
- conformément aux spécifications et aux niveaux de qualité utilisés pendant l'approvisionnement initial;
- selon les paramètres électriques identifiés comme critiques au regard de l'application;
- selon le compromis risque/coût attendu;
- selon la disponibilité future des équipements et programmes d'essai.

6 Remarques relatives au stockage des dispositifs après fixation sur une carte (ou autre)

Lorsqu'un dispositif a été fixé (c'est-à-dire qu'il n'est plus une entité autonome), les conditions de stockage recommandées ne sont toujours pas illimitées. Il convient que le propriétaire principal des assemblages de plus haut niveau (cartes assemblées, systèmes, etc.) dans lesquels un dispositif autonome a été intégré par un processus de fixation quelconque mette en œuvre des contrôles de stockage incluant les risques continus pour tous les composants de ces assemblages de plus haut niveau. En l'absence d'une stratégie de contrôle globale pour les assemblages de plus haut niveau, les protections de stockage recommandées pour les dispositifs autonomes doivent aussi servir à protéger ces dispositifs après l'intégration dans des assemblages de plus haut niveau.

NOTE Les constituants de l'assemblage de plus haut niveau autres que des dispositifs peuvent faire l'objet d'autres considérations de stockage. Pour des informations supplémentaires sur les assemblages de circuits imprimés, voir l'IPC-1601, *Printed board storage and handling guidelines* (*Lignes directrices de manipulation et de stockage des circuits imprimés* – disponible en anglais seulement).

7 Manipulation

Si un composant est sorti du LTS et exposé à la température ambiante, il doit être manipulé conformément aux normes appropriées définies pour les types de composants, par exemple l'IEC 60749-20-1 pour la sensibilité à l'humidité, la série ISO 14644 pour les puces et les plaquettes dans les environnements contrôlés, et l'IEC 61340-5-1 pour les décharges électrostatiques si nécessaire. Les conditions ambiantes doivent être maintenues à une température inférieure à 30 °C et une humidité inférieure à 60 % HR, à moins que d'autres conditions n'aient été conseillées par le fabricant. Les dispositifs à circuits intégrés non encapsulés ne doivent pas être retirés de leur emballage scellé si les installations ne disposent pas des contrôles de propreté et de conditions ambiantes satisfaisant aux exigences du fabricant.

8 Examen

Le produit doit être examiné et les observations visuelles doivent être vérifiées au moyen d'un agrandissement approprié tel que défini par les exigences de l'application et documenté dans des schémas et/ou des spécifications applicables. Un éclairage supplémentaire peut être nécessaire pour améliorer l'examen. Il convient d'apprécier les observations inhabituelles afin de vérifier l'acceptation de défaillances, de dommages de manipulation, de contaminations ou d'autres dommages apparents.

9 Processus de contrôle d'inventaire

Il convient de mettre en place un système de suivi pour assurer le maintien de la traçabilité de l'inventaire. Il convient de s'assurer que toute information présente sur les étiquettes de l'emballage principal soit conservée avec le lot de produits. Certains dispositifs programmables peuvent contenir des spécifications de traçabilité et de programmation sous forme électronique. Il convient que le traitement de la manipulation et du stockage garantisse la non-compromission des données électroniques.

10 Transport

Tout déplacement excessif du produit pendant le LTS doit se conclure par une évaluation afin de s'assurer de l'absence de dommages. Si le produit est retiré du LTS et exposé à l'environnement pendant le transport, l'IEC 60749-20-1 s'applique.

11 Finitions des connexions

Les finitions des connexions des produits peuvent être un facteur dans le LTS. Il convient de prendre en considération la probabilité de création de trichites d'étain et d'oxydations pouvant donner lieu à des problèmes de brasabilité. Voir les lignes directrices relatives à la finition des connexions dans l'IEC 60749-21.

12 Assemblage et contrôle de lots

Il convient de considérer la manière dont le contrôle de lots est organisé pour le stockage de longue durée. Il convient en général de maintenir la règle «premier entré premier sorti» pour assurer la rotation du stock. Toutefois, lorsque des sorties du stock peuvent être effectuées pour l'assemblage et la livraison en plusieurs retraits, il convient de séparer les composants par lots de quantités plus faibles de manière à éviter toute sortie inutile du stock de composants.

Par exemple, si 100 composants sont achetés pour le stockage et s'il est prévu que dix livraisons successives seront nécessaires, il convient de scinder le lot en dix conteneurs séparés, même s'ils possèdent le même numéro de lot.

Il convient également de prendre en considération la façon dont les numéros de lots sont divisés entre plusieurs installations de stockage, pour des raisons de sécurité, et quelle méthode de contrôle du stock est utilisée pour assurer une répartition égale des composants retirés de chaque installation de stockage pour l'assemblage et la livraison.

Pendant le processus d'assemblage, il convient de prendre en compte le stockage temporaire des composants jusqu'à ce que le kit de livraison soit terminé.

13 Validation

Il convient que toute installation de stockage de longue durée tienne soigneusement compte de la validation du stockage.

Il convient que les composants à stocker soient initialement vérifiés pour garantir que seuls des composants corrects seront stockés. Cela peut inclure l'essai, la qualification, la détection de contrefaçons et l'analyse métallurgique des composants, en fonction du type de composant et du niveau de stockage exigé.

Pendant le stockage des composants, des données électroniques et des échantillons de contrôle peuvent être soumis à essai pour s'assurer de l'absence de dégradations au cours

du stockage. Il convient que ces échantillons de contrôle soient emballés séparément du lot principal de composants, mais stockés au même endroit.

Après le stockage, un échantillon du lot principal de composants peut être soumis à essai pour garantir l'absence de dégradations. Voir l'Annexe D.

14 Stockage non planifié et types de stockages

14.1 Types de stockages

Les composants sont habituellement stockés pendant le cycle de fabrication, intentionnellement ou non. Les composants qui ont été stockés en vue d'une longue durée peuvent également être stockés durant la fabrication et peuvent exiger une étude particulière.

Le stockage en cours de processus est normalement temporaire et s'effectue dans la zone dans laquelle la fabrication a lieu. Les exigences du stockage en cours de processus sont déterminées par l'assembleur.

Le stockage pendant le transport entre différentes installations de fabrication requiert que les composants soient emballés dans des conteneurs capables de supporter des expositions de courte durée à la chaleur, au froid et à l'humidité. Normalement, des sachets étanches à l'humidité sont utilisés avec une fermeture sous vide, en plus de conteneurs de transport spéciaux pour des articles tels que les plaquettes et les puces nues. Les conteneurs utilisés pour le stockage en cours de processus, tels que les boîtiers de traitement de plaquettes, ne sont pas adaptés au transport et ne doivent pas être utilisés, sauf lorsque ces boîtiers de plaquettes en cours de processus ont été spécifiquement conçus pour le transport.

A l'occasion, des produits transportés dans des conteneurs de stockage temporaire peuvent ne pas être nécessaires pour le cycle de fabrication immédiat et peuvent devoir être stockés pendant de longues périodes. Dans ce cas, le produit doit être réemballé conformément aux lignes directrices de la présente norme et placé dans une installation de stockage destinée au stockage planifié de composants.

14.2 Stockage non planifié

Face à un stock en surplus qui n'est pas exigé pour la production immédiate, il convient d'évaluer s'il est nécessaire au suivi de la production planifiée. S'il n'est pas nécessaire, mais qu'il est essentiel pour une production future, mais non encore planifiée, il doit être retiré des entrepôts généraux et transféré dans une installation de stockage de longue durée. Voir l'IEC 62435-4 pour l'évaluation des exigences de stockage.

Si la production est arrêtée pour quelque raison que ce soit, il convient d'effectuer une évaluation du temps au bout duquel la production redémarrera. Selon cette évaluation, il convient de prendre une décision quant au transfert du stock dans une installation de stockage de longue durée pour la production future.

Lorsque des produits sont mis à l'écart pendant une période prolongée, mais peuvent être nécessaires à une production future, il convient de prendre une décision quant au transfert du stock vers une installation de stockage de longue durée pour la production future.

15 Autres éléments à stocker en plus des composants

15.1 Données associées

Il convient de s'assurer de la manière dont les informations et les données sur les composants seront stockées, sous forme papier ou sur matériel informatique. Il convient que ces données incluent également toutes les informations qui seront nécessaires pour

refabriquer et soumettre à essai le composant à la fin du stockage, notamment les programmes d'essai.

Voir l'IEC 62435-3 pour plus d'informations.

15.2 Equipements

En plus des composants, il peut être nécessaire de stocker les équipements, notamment les équipements d'essai, micrologiciels et matériels utilisés pour assembler, soumettre à essai ou programmer les composants après le stockage. Il convient de ne pas prendre pour hypothèse que les équipements d'essai seront compatibles avec les programmes d'essai stockés pour les composants, ni que des équipements compatibles seront disponibles.

16 Installation de stockage

16.1 Coût de possession

Il convient qu'il inclue le coût de l'installation, les frais généraux et les consommables tels que l'électricité et l'azote, ainsi que les frais de personnel pour le contrôle du stock, la qualité et la sécurité.

16.2 Sécurité et sûreté physiques

La perte accidentelle des composants stockés est la défaillance la plus probable pour un stockage de longue durée. Cela peut comprendre la perte due à un vol ou à un incendie, ou peut être le résultat d'un mauvais contrôle du stock empêchant toute localisation des composants.

Pour toute unité de stockage de longue durée, particulièrement dans un bâtiment utilisé pour d'autres activités, il convient qu'un accès restreint soit mis en place pour garantir l'absence de pertes. Il convient de ne retirer les composants de leur armoire de stockage que lorsqu'ils sont nécessaires pour l'assemblage; il convient de ne pas les retirer pour des vérifications du stock. Il convient que tout composant nécessaire pour une qualification en cours de stockage soit stocké dans des conteneurs séparés afin que le lot principal de composants n'ait pas à être retiré.

Il convient que toutes les données ou les autres équipements nécessaires soient soumis aux mêmes règles de sécurité que les composants eux-mêmes.

Il convient d'envisager l'installation de caméras de sécurité avec précaution là où des installations utilisant le WiFi ou des communications mobiles pourraient introduire des rayonnements électromagnétiques indésirables.

16.3 Emplacement et environnement ambiant

Il convient de choisir avec soin l'emplacement de l'installation de stockage et la mesure dans laquelle sa présence est à signaler par des panneaux extérieurs. Les composants électroniques ne sont généralement pas très volumineux et même une petite installation de stockage peut contenir un stock de composants d'une valeur de plusieurs millions de dollars, particulièrement lorsque la valeur de remplacement est prise en compte.

En plus de la sécurité relative à l'emplacement de l'installation, il convient de contrôler l'environnement ambiant pour réduire le risque d'incendie. Les installations dotées de locaux à oxygène réduit empêchent tout départ d'incendie, mais il convient que des règles spéciales soient mises en place pour les personnes entrant dans le local. Pour les locaux n'utilisant pas d'oxygène réduit, il convient que des équipements de prévention des incendies soient installés d'une manière telle qu'ils n'endommagent pas les composants de stockage.

Il est probable que les composants seront stockés dans des enceintes à atmosphère contrôlée, notamment pour la température et l'humidité. Il convient que ces enceintes soient conçues pour maintenir l'atmosphère exigée à tout moment, sauf pendant les courtes périodes où l'armoire est ouverte. Il convient que des systèmes de drainage garantissent que l'armoire revienne rapidement au niveau d'atmosphère exigé après sa fermeture et que le temps pendant lequel l'armoire est ouverte soit maintenu à un strict minimum.

Dans tous les cas, il convient que l'atmosphère ambiante soit surveillée et qu'un système soit installé pour enregistrer et déclencher une alarme au cas où les limites prédéfinies sont dépassées. Il convient que cette surveillance inclue un mode opératoire à déclencher dans le cas d'un événement de condition hors contrôle.

17 Stratégies

17.1 Généralités

Il convient que toute entreprise ou installation qui souhaite stocker des composants pendant une longue durée ait mis en place des stratégies déterminant la manière dont l'installation est organisée, exploitée et contrôlée.

17.2 Chaîne logistique

Par hypothèse, l'installation dans laquelle les composants sont stockés n'est pas une installation du fabricant du composant ou du fabricant de l'équipement. Par conséquent, il convient que toute stratégie de stockage de longue durée prenne en considération la chaîne logistique avant et après le stockage des composants afin de garantir que les composants conservent leur qualité d'origine et soient adaptés à une fabrication d'équipements en continu. Il convient en particulier que la stratégie détaille les étapes à effectuer pour garantir la qualité des composants et les étapes à effectuer si une condition hors contrôle est rencontrée.

17.3 Redémarrage de la chaîne de fabrication

Si le composant fait partie d'un sous-système ou s'il est stocké sous forme de puce ou de plaquette, un certain nombre de fabrications sera nécessaire, normalement effectuées par un sous-traitant, avant que le composant ne soit utilisé dans l'équipement final.

A la fin du stockage, cette chaîne de fabrication sous-traitée peut devoir être redémarrée et il convient de prêter attention à la manière dont ce redémarrage sera géré.

Il convient de ne pas prendre pour hypothèse qu'un emballage ou qu'un équipement et des processus d'assemblage appropriés seront disponibles de série à la fin de la période de stockage. Par exemple, les processus d'assemblage et les équipements peuvent avoir changé, par exemple des systèmes sans plomb et d'autres sous-traitants spécialisés peuvent devoir être utilisés.

18 Législation et sujets environnementaux

La législation sur les questions environnementales est en développement permanent, en particulier en raison de la limitation des substances dangereuses (Restriction of Hazardous Substances – RoHS) et des déchets d'équipements électriques et électroniques (Waste from Electrical and Electronic Equipment – WEEE). Cela peut influencer sur l'installation de stockage, les composants à stocker ou les processus et matériaux de fabrication utilisés pour fabriquer l'équipement à l'aide du composant stocké.

Il convient que ces législations soient étroitement surveillées pour garantir que le stockage de longue durée ne sera pas compromis du fait de modifications de législation.