

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Device embedding assembly technology –
Part 2-603: Guideline for stacked electronic module – Test method of intra-
module electrical connectivity**

**Techniques d'assemblage avec appareil(s) intégré(s) –
Partie 2-603: Lignes directrices pour un empilement de modules électroniques –
Méthode d'essai de la connectivité électrique entre modules**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2025 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Device embedding assembly technology –
Part 2-603: Guideline for stacked electronic module – Test method of intra-
module electrical connectivity**

**Techniques d'assemblage avec appareil(s) intégré(s) –
Partie 2-603: Lignes directrices pour un empilement de modules électroniques –
Méthode d'essai de la connectivité électrique entre modules**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.180, 31.190

ISBN 978-2-8327-0240-6

**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.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviated terms	6
3.1 Terms definitions	6
3.2 Abbreviated terms.....	6
4 General	7
5 Test specimen	8
5.1 General.....	8
5.2 Preparation of test specimen.....	8
6 Test apparatus	9
7 Test method and test procedure	10
7.1 General.....	10
7.2 Example of a test procedure	10
Annex A (informative) Representatives of bidirectional serial bus communication interface	12
Bibliography.....	13
Figure 1 – SAEM (stackable electronic module).....	7
Figure 2 – SDEM (stacked electronic module).....	7
Figure 3 – Inter-module connection and intra-module connection	8
Figure 4 – Image drawing of the test specimen	9
Figure 5 – Test apparatus	10
Figure 6 – Test procedure.....	11
Table A.1 – Representatives of bidirectional serial communication bus interface	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DEVICE EMBEDDING ASSEMBLY TECHNOLOGY –

**Part 2-603: Guideline for stacked electronic module –
Test method of intra-module electrical connectivity**

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 62878-2-603 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
91/1999/FDIS	91/2016/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 62878 series, published under the general title *Device embedding assembly technology*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-2-603:2025

INTRODUCTION

High-end servers, network systems, PCs and smart phones have been driving the electronic assembly technologies for the last couple of decades. In order to meet higher demands in computing load from cloud computing and large scale of datacentres with low energy consumption and cost-effective manner, it is important that IoT and edge computing devices achieve greater miniaturization and densification. Stacked electronic module which offers complex and simultaneous integration of various functional modules and specific features is a solution that can meet these demands. The stacked electronic module is produced by means of stacking some stackable electronic modules. The stackable electronic module usually mounts components with area array type package (BGA, LGA, and similar) on the surface and does embed components with wafer-level type package or bare chip into the inner layer to achieve miniaturization and densification. However, from a viewpoint of test and diagnosis the stacked electronic module becomes an invisible, untouchable and undiagnosed structure. Due to its design and construction complexity, it is increasingly critical to test a stacked electronic module with a combination of conventional methods such as external input/output (I/O) terminal or in-circuit test with advanced methods (e.g. boundary scan or bi-directional bus control).

This document is one of a series of guidelines for stacked electronic modules.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-2-603:2025

DEVICE EMBEDDING ASSEMBLY TECHNOLOGY –

Part 2-603: Guideline for stacked electronic module – Test method of intra-module electrical connectivity

1 Scope

This part of IEC 62878 specifies the electrical test method to detect electrical connectivity defects of the stacked electronic module caused by the stacking assembly process to stack some stackable electronic modules. This method is realized to make use of bidirectional serial communication bus interface applied to the stackable electronic modules which are assured as "known good module" (KGM).

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 60194-2, *Printed boards design, manufacture and assembly – Vocabulary – Part 2: Common usage in electronic technologies as well as printed board and electronic assembly technologies*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60194-2 and the following apply.

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

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

3.1.1

known good module

KGM

electronic module, which meets quality, reliability, performance and functionality as agreed upon between customer and supplier

3.2 Abbreviated terms

SAEM stackable electronic module

SDEM stacked electronic module

4 General

The SDEM is produced by means of stacking at least more than two stackable electronic modules. The SAEM usually mounts components with area array type package on the surface and does embed components with wafer-level type package or bare chip into the inner layer to achieve miniaturization and densification. Figure 1 depicts a SAEM. Figure 2 depicts a SDEM to stack three SAEMs.

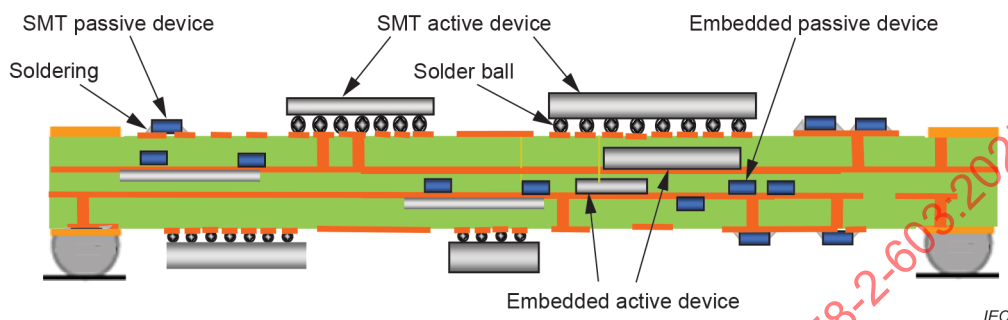


Figure 1 – SAEM (stackable electronic module)

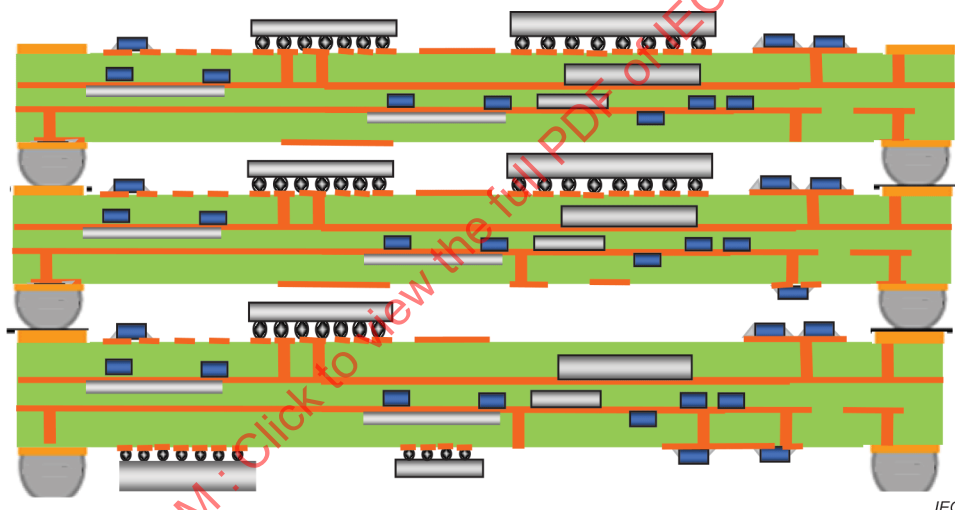


Figure 2 – SDEM (stacked electronic module)

The SDEM is produced by means of stacking some SAEMs which should be KGM to meet quality, reliability, performance and functionality as agreed upon between user and supplier.

- KGM shall be individually tested before assembly.
- Intra-module connections of SAEMs shall be tested before stacking assembly.
- After stacking assembly the inter-module connections of SDEM shall be tested.

Figure 3 shows inter-module connection and intra-module connection.

If a SDEM is produced by use of pre-tested SAEMs, it is sufficient to test the electrical connections between the individual SAEMs for the purpose of assuring the functionality of the SDEM.

In Clause 5 to Clause 7, an example is described, how this test strategy can be realized by utilization of the bidirectional I2C (Inter-Integrated Circuit) bus.

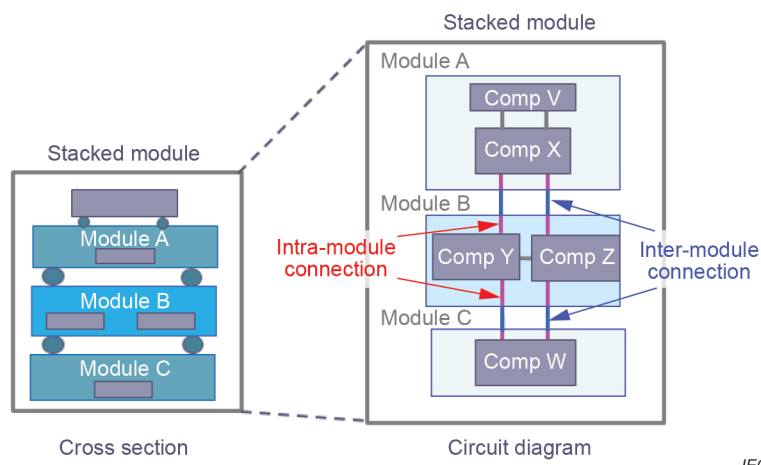


Figure 3 – Inter-module connection and intra-module connection

The external appearance test and the open or short test should be generally performed as precondition of any electrical tests before the electrical connectivity test, so that any breakdown should be prevented when power is supplied. The external appearance test should detect misorientation and misalignment between SAEMs. Also, the open or short test should detect open circuit and short circuit between power supply line and ground line.

Various test methods on external appearance test and the open or short test are developed and widely applied respectively. Since it is so difficult to standardize them, they should be out of the scope of this document.

5 Test specimen

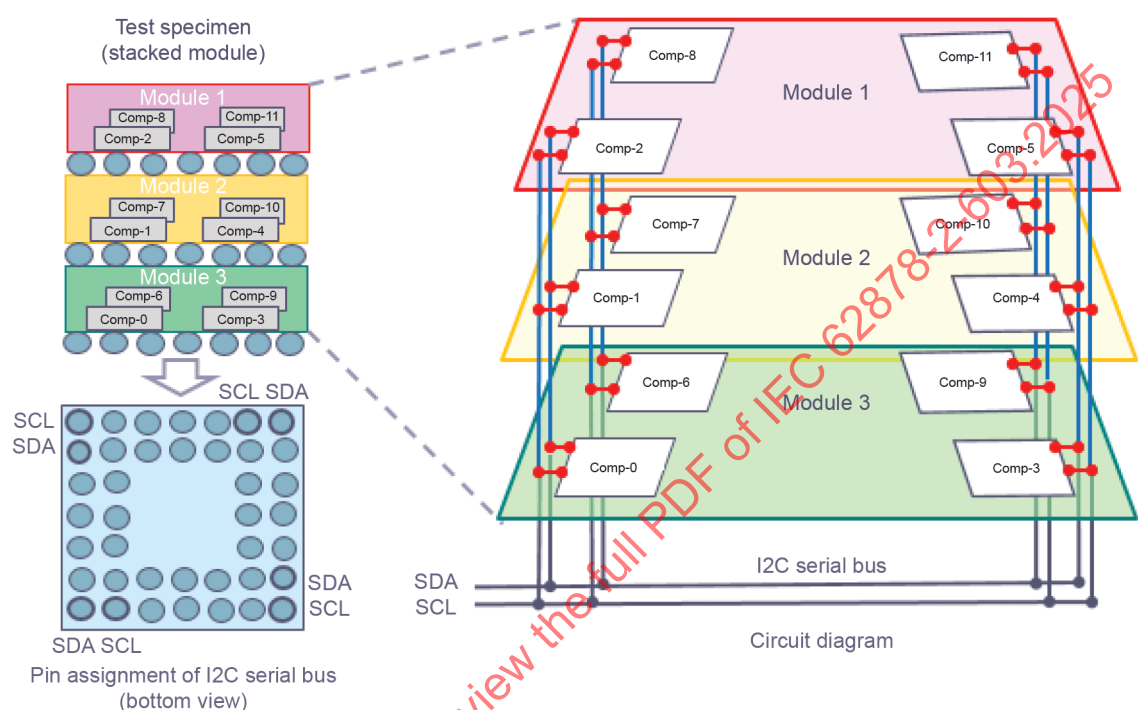
5.1 General

Since the SDEM becomes an invisible, untouchable and undiagnosed structure from a viewpoint of test and diagnosis, it is required to make use of bidirectional serial communication bus interface applied to the SAEMs which are assured as KGM. Some bidirectional serial communication bus interfaces are well-known and in reality, have been applied to actual electronic products. Three representatives such as I2C, Joint Test Action Group Boundary-Scan and SPI to mutually connect among electronic components are shown in Annex A. The test specimen adopt I2C of a simple 2-wire serial communication interface to achieve miniaturization, densification and to consider test design cost and accessibility of electronic components in the marketplace as well. It also adopts lead-free solder joint method as a stacking assembly method. Annex A shows representative examples of stacking assembly methods described in IEC 62878-2-602:2021).

5.2 Preparation of test specimen

The test specimen is a SDEM which is produced by means of stacking at least more than two SAEMs. Each of SAEMs should have some embedded components which are compliant with I2C serial communication bus interface protocol. The components should have two dedicated terminals such as SDA and SCL and do their own unique number to be distinguished from others. The two bus lines such as SDA and SCL are connected to the two dedicated terminals of every embedded component of the stacked module and to a test apparatus as well.

Figure 4 shows an image drawing of the test specimen which consists of the cross section of the test specimen, the circuit diagram and the bottom view. This example stacks three SAEMs such as Module 1, Module 2 and Module 3. Each SAEM has at least four embedded components. That is, Module 1 has Comp-2, Comp-5, Comp-8 and Comp-11. Module 2 has Comp-1, Comp-4, Comp-7 and Comp-10. Module 3 has Comp-0, Comp-3, Comp-6 and Comp-9. The other components can be embedded and/or mounted in order to evaluate embedding assembly process although they are not explicitly shown in the Figure 4. In this example, there are forty external terminals and eight ones of them are assigned to I2C serial communication bus lines such as SDA and SCL near four corner sides.



IEC

NOTE Blue line shows inter-module connection and red line shows intra-module connection.

Figure 4 – Image drawing of the test specimen

6 Test apparatus

The test apparatus consists of a base board, a controller and a converter box. The base board mounts a test specimen and connect to the test specimen and the controller through bidirectional serial communication bus. the controller manages bidirectional serial communication bus and has test program software to test electrical connectivity of the test specimen. Finally, the converter box bi-directionally converts between USB and other serial communication buses.

Figure 5 shows test apparatus to choose I2C as a serial communication bus interface.

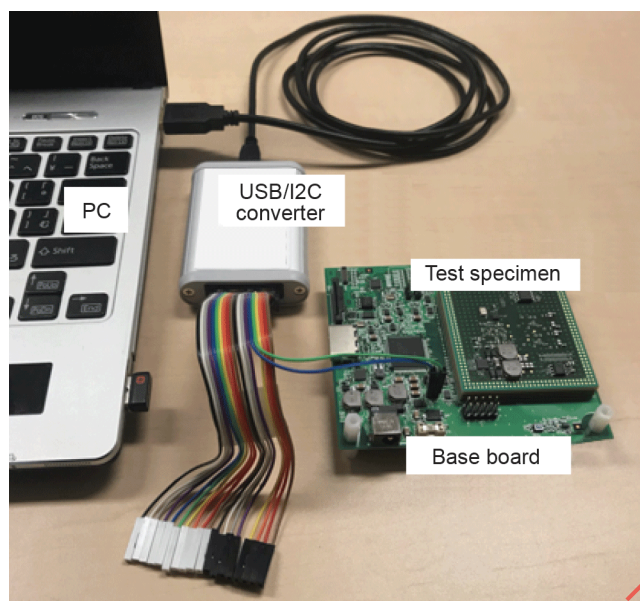


Figure 5 – Test apparatus

7 Test method and test procedure

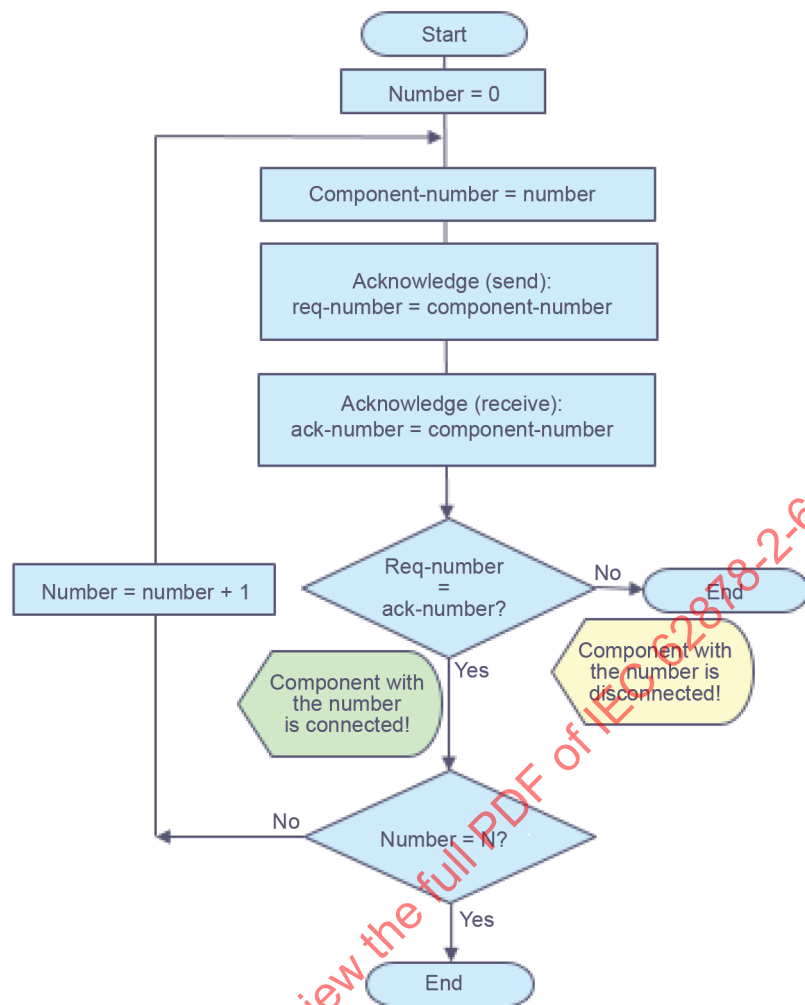
7.1 General

The test method is to test electrical connectivity of both inter-module connection and intra-module connection of the SDEM as a test specimen to make use of bidirectional serial communication bus interface applied to the SAEMs. The basic test procedure is common among serial communication bus interfaces although the detailed one is slightly different.

7.2 Example of a test procedure

Figure 6 shows test procedure to choose I2C as a serial communication bus interface. I2C is a simple 2-wire serial communication interface. The connected components have two dedicated terminals such as SDA and SCL and have their own unique number to be distinguished from others. The test apparatus activates the bidirectional path to reach the target component through some inter-module connections and an intra-module connection. This procedure is called as an I2C access test. The electric connectivity test is realized by means of continuously repeating the I2C access test to every target component. The test program software on the PC actually manages this test procedure and decides whether every connection successfully establish or not.

The test begins I2C access test of Component-0 as the first target component. The test apparatus sends a Request signal to Component-0 and receives an Acknowledge signal from Component-0. If it cannot receive an Acknowledge signal or receives an invalid Acknowledge signal, the path to reach Component-0 through some inter-module connections and an intra-module connection is disconnected, that is, the electric connectivity does not establish. If it can receive a valid Acknowledge signal, the path to reach Component-0 through some inter-module connections and an intra-module connection is connected, that is, the electric connectivity does establish. The I2C access test continues to choose Component-1 as the next target component and repeat up to Component-N as the last target component. If all I2C tests pass, the electric connectivity of the test specimen is successfully established.



IEC

Key

Req-number: the number of requested component

Ack-number: the number of acknowledged component

N: the number of components

Figure 6 – Test procedure

Annex A (informative)

Representatives of bidirectional serial bus communication interface

Table A.1 depicts three representatives of bidirectional serial communication bus interface to mutually connect among electronic components.

Table A.1 – Representatives of bidirectional serial communication bus interface

Name Items	I2C	JTAG Boundary-Scan	SPI
Full name	Inter-Integrated Circuit	Joint Test Action Group Boundary-Scan	Serial Peripheral Interface
Category (Ownership)	De facto standard (Phillips ^a semiconductors developed)	Forum standard (IEEE 1149.1 standard)	De facto standard (Motorola ^b developed)
Main purpose	Widely used in embedded system design and various control architectures. Most electronic components adopt	Used in testing and diagnosis of circuit boards. Most logic ICs such as CPU, FPGA and DSP adopt	Used for direct communication between micro controllers and peripherals
Features	A simple bidirectional 2-wire serial communication bus. It consists of 2 signals such as serial data line (SDA) and serial clock line (SCL).	A bidirectional 4-wire serial communication bus. It consists of 4 signals such as test data input (TDI), test data output (TDO), test clock (TCK) and test mode select (TMS).	A master/slave 4-wire serial communication bus. It consists of 4 signals such as clock (SCLK), master output / slave input (MOSI), master input / slave output (MISO), slave select (SS).
^{a, b} These trademarks (Phillips and Motorola) are provided for reasons of public interest or public safety. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC.			

Bibliography

IEC 62878-2-602:2021, *Device embedding assembly technology – Part 2-602: Guideline for stacked electronic module – Evaluation method of inter-module electrical connectivity*

IEEE 1149.1, *IEEE Standard for Test Access Port and Boundary-Scan Architecture*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-2-603:2025

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Termes, définitions et abréviations	18
3.1 Termes et définitions	18
3.2 Abréviations.....	18
4 Généralités.....	19
5 Specimen d'essai	20
5.1 Généralités	20
5.2 Préparation du specimen d'essai	21
6 Appareillage d'essai	22
7 Méthode et procédure d'essai.....	22
7.1 Généralités	22
7.2 Exemple de procedure d'essai	22
Annexe A (informative) Exemples représentatifs de l'interface de bus de communication série bidirectionnelle.....	24
Bibliographie.....	25
Figure 1 – SAEM (module électronique empilable).....	19
Figure 2 – SDEM (empilement de modules électroniques)	19
Figure 3 – Connexion intermodulaire et connexion intramodulaire.....	20
Figure 4 – Schéma du specimen d'essai.....	21
Figure 5 – Appareillage d'essai.....	22
Figure 6 – Procédure d'essai	23
Tableau A.1 – Exemples représentatifs de l'interface de bus de communication série bidirectionnelle	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE AVEC APPAREILS INTÉGRÉS –

**Partie 2-603: Lignes directrices pour un empilement
de modules électroniques – Méthode d'essai
de la connectivité électrique entre modules**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'a pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de brevet.

L'IEC 62878-2-603 a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
91/1999/FDIS	91/2016/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62878, publiées sous le titre général *Techniques d'assemblage avec appareils intégrés*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-2-603:2025

INTRODUCTION

Les serveurs de pointe, les systèmes de réseaux, les ordinateurs portables (PC) et les mobiles multifonctions font évoluer les techniques d'assemblage des composants électroniques depuis les deux dernières décennies. En vue de satisfaire aux fortes demandes de charge informatique induites par l'informatique en nuage des centres de traitement de données à grande échelle avec une consommation énergétique faible et économique, il est important que la miniaturisation et la densification des dispositifs IdO et d'informatique périphérique s'intensifient. Un empilement de modules électroniques qui offre une intégration complexe et simultanée de plusieurs modules fonctionnels et des caractéristiques spécifiques constitue une solution susceptible de satisfaire à ces demandes. L'empilement de modules électroniques est obtenu en empilant un certain nombre de modules électroniques empilables. Le module électronique empilable comporte généralement des composants à boîtiers de type matriciel (boîtiers matriciels à billes (BGA – *ball grid array*), boîtiers matriciels à pastilles (LGA – *land grid array*) et autres boîtiers similaires) sur la surface et incorpore des composants à boîtiers de type au niveau de la tranche ou des puces nues dans la couche interne à des fins de miniaturisation et de densification. Toutefois, du point de vue de l'essai et du diagnostic, l'empilement de modules électroniques devient une structure invisible, intouchable et non diagnostiquée. En raison de la complexité de sa conception et de sa fabrication, il est de plus en plus primordial de soumettre à l'essai l'empilement de modules électroniques en combinant des méthodes conventionnelles telles que l'essai aux bornes d'entrée/sortie externes (E/S) ou l'essai dans le circuit à l'aide de méthodes avancées (par exemple, le balayage des limites ou la commande des bus bidirectionnels).

Le présent document constitue l'un d'une série de lignes directrices applicables aux empilements de modules électroniques.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-2-603:2025

TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE AVEC APPAREILS INTÉGRÉS –

Partie 2-603: Lignes directrices pour un empilement de modules électroniques – Méthode d'essai de la connectivité électrique entre modules

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62878 spécifie la méthode électrique d'essai qui permet de détecter les défauts de connectivité électrique de l'empilement de modules électroniques provoqués par le processus d'assemblage par empilage d'un certain nombre de modules électroniques empilables. Cette méthode est mise en œuvre afin d'utiliser l'interface de bus de communication série bidirectionnelle appliquée aux modules électroniques empilables qui sont garantis comme étant des modules réputés conformes (KGM – *Known Good Module*).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60194-2, *Printed boards design, manufacture and assembly – Vocabulary – Part 2: Common usage in electronic technologies as well as printed board and electronic assembly technologies* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 60194-2 ainsi que les 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 <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1.1

module réputé conforme

KGM

module électronique dont la qualité, la fiabilité, la performance et la fonctionnalité sont conformes aux accords conclus entre le client et le fournisseur

Note 1 à l'article: L'abréviation "KGM" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*known good module*".

3.2 Abréviations

SAEM (*stackable electronic module*) module électronique empilable

SDEM (*stacked electronic module*) empilement de modules électroniques

4 Généralités

Le SDEM est obtenu en empilant au moins plus de deux modules électroniques empilables. Le SAEM comporte généralement des composants à boîtiers de type matriciel sur la surface et incorpore des composants à boîtiers de type au niveau de la tranche ou des puces nues dans la couche interne à des fins de miniaturisation et de densification. La Figure 1 représente un SAEM. La Figure 2 représente un SDEM qui permet d'empiler trois SAEM.

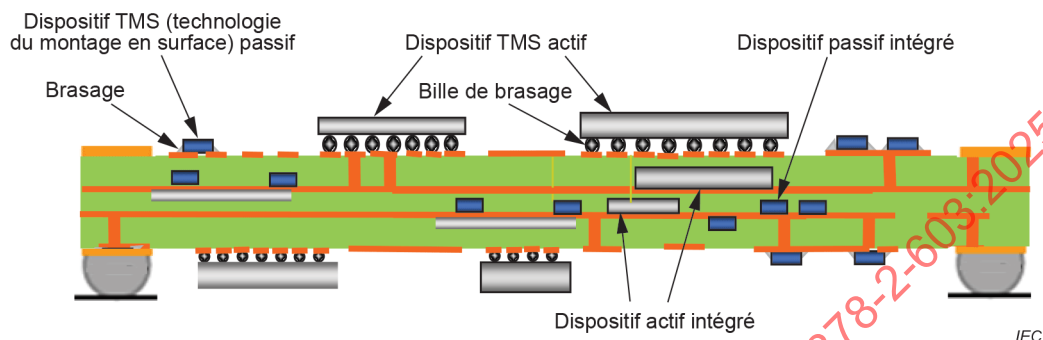


Figure 1 – SAEM (module électronique empilable)

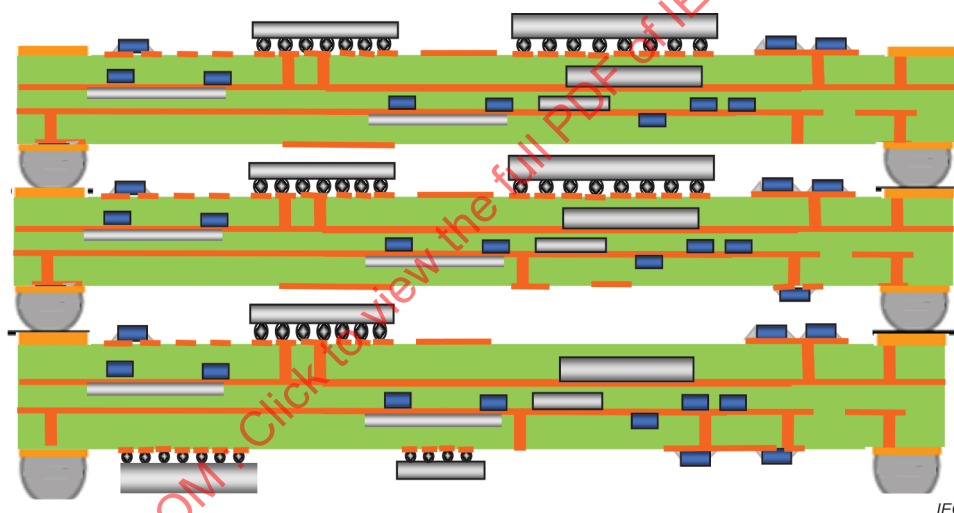


Figure 2 – SDEM (empilement de modules électroniques)

Le SDEM est obtenu en empilant un certain nombre de SAEM. Il convient que ces derniers soient garantis comme étant KGM afin que la qualité, la fiabilité, la performance et la fonctionnalité soient conformes aux accords conclus entre l'utilisateur et le fournisseur.

- Les KGM doivent être soumis à l'essai individuellement avant l'assemblage.
- Les connexions intramodulaires des SAEM doivent être soumises à l'essai avant l'assemblage par empilage.
- Après l'assemblage par empilage, les connexions intermodulaires des SDEM doivent être soumises à l'essai.

La Figure 3 représente les connexions intermodulaires et intramodulaires.

Si un SDEM est obtenu en empilant des SAEM qui ont été soumis à l'essai au préalable, il suffit de soumettre à l'essai les connexions électriques entre les SAEM individuels pour assurer la fonctionnalité du SDEM.

Les Articles 5 à 7 fournissent un exemple de la manière dont cette stratégie d'essai peut être mise en œuvre à l'aide du bus bidirectionnel I2C (signifiant *Inter-Integrated Circuit*, en anglais): communication entre circuits intégrés.

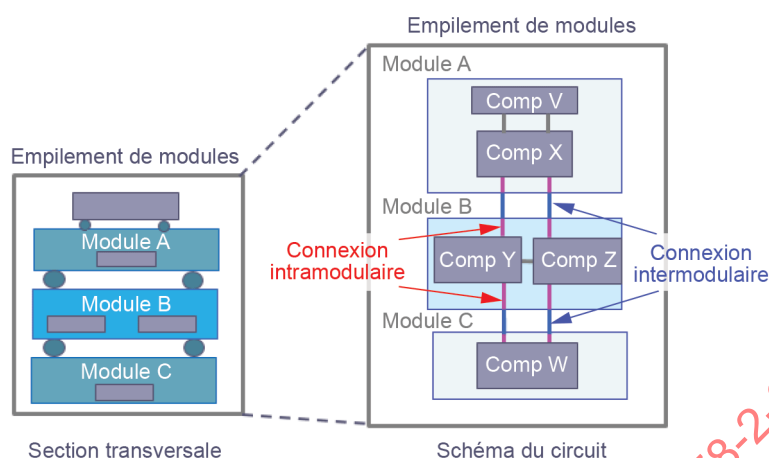


Figure 3 – Connexion intermodulaire et connexion intramodulaire

Il convient généralement de réaliser l'essai sur l'aspect extérieur et l'essai de circuit ouvert ou court-circuit comme prérequis à tout essai électrique avant l'essai de connectivité électrique, de sorte à éviter toute panne au cours de l'alimentation. Il convient que l'essai sur l'aspect extérieur permette de détecter les erreurs d'orientation et d'alignement entre les SAEM. De même, il convient que l'essai de circuit ouvert ou court-circuit permette de détecter les circuits ouverts et les courts-circuits entre la ligne d'alimentation et la ligne de terre.

Différentes méthodes pour l'essai sur l'aspect extérieur et pour l'essai de circuit ouvert ou court-circuit ont été élaborées et sont respectivement largement appliquées. Leur normalisation étant très complexe, il convient qu'elles soient exclues du domaine d'application du présent document.

5 Spécimen d'essai

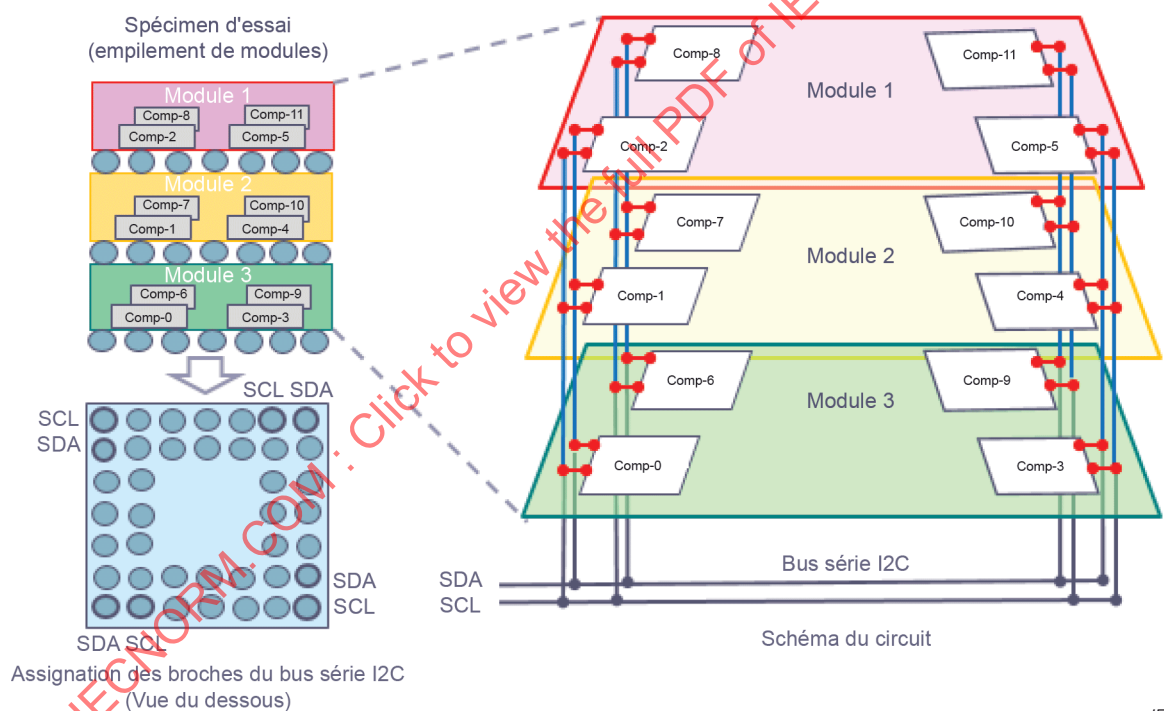
5.1 Généralités

Étant donné que le SDEM devient une structure invisible, intouchable et non diagnostiquée du point de vue de l'essai et du diagnostic, il est exigé d'utiliser l'interface de bus de communication série bidirectionnelle appliquée aux SAEM qui sont garantis comme étant des KGM. Certaines interfaces de bus de communication série bidirectionnelle sont notoires et ont été appliquées à des produits électroniques réels. L'Annexe A présente trois exemples représentatifs tels que le bus I2C, le *Joint Test Action Group Boundary-Scan* et l'interface périphérique série (SPI – *Serial Peripheral Interface*) servant à raccorder les composants électroniques entre eux. Le spécimen d'essai adopte le bus I2C d'une interface simple de communication série à 2 fils à des fins de miniaturisation, de densification et afin de tenir compte du coût de conception de l'essai ainsi que de l'accessibilité des composants électroniques sur le marché. Il adopte également la méthode de brasage sans plomb comme méthode d'assemblage par empilage. L'Annexe A indique des exemples représentatifs de méthodes d'assemblage par empilage décrites dans l'IEC 62878-2-602:2021).

5.2 Préparation du spécimen d'essai

Le spécimen d'essai est un SDEM obtenu en empilant au moins plus de deux SAEM. Il convient que chaque SAEM comporte un certain nombre de composants intégrés qui sont conformes au protocole d'interface de bus de communication série I2C. Il convient que les composants possèdent deux bornes spécifiques, telles que la ligne de données bidirectionnelle (SDA – *Serial Data Line*) et la ligne d'horloge de synchronisation bidirectionnelle (SCL – *Serial Clock Line*), et qu'ils comportent leur propre numéro unique afin d'être différenciés des autres. Deux lignes de bus telles que la SDA et la SCL sont connectées aux deux bornes spécifiques de chaque composant intégré à l'empilement de modules ainsi qu'à un appareillage d'essai.

La Figure 4 présente une image du spécimen d'essai qui contient la section transversale du spécimen d'essai, le schéma de circuit et la vue du dessous. Cet exemple empile trois SAEM, à savoir le module 1, le module 2 et le module 3. Chaque SAEM comporte au moins quatre composants intégrés. Ainsi, le module 1 comporte les composants comp-2, comp-5, comp-8 et comp-11. Le module 2 comporte les composants comp-1, comp-4, comp-7 et comp-10. Le module 3 comporte les composants comp-0, comp-3, comp-6 et comp-9. Les autres composants peuvent être intégrés et/ou montés afin d'évaluer le processus d'assemblage par intégration, bien qu'ils ne soient pas explicitement représentés à la Figure 4. Cet exemple représente quarante bornes externes dont huit sont assignées aux lignes du bus de communication série I2C, telles que les SDA et SCL, à proximité des quatre coins.



IEC

NOTE La ligne bleue indique la connexion intermodulaire et la ligne rouge indique la connexion intramodulaire.

Figure 4 – Schéma du spécimen d'essai

6 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai est composé d'une carte de base, d'un dispositif de commande et d'un boîtier de conversion. La carte de base qui comporte un spécimen d'essai se connecte audit spécimen ainsi qu'au dispositif de commande au moyen d'un bus de communication série bidirectionnelle. Le dispositif de commande régule le bus de communication série bidirectionnelle et intègre un logiciel de programme d'essai pour soumettre à l'essai la connectivité électrique du spécimen d'essai. Enfin, le boîtier de conversion assure la conversion bidirectionnelle entre l'USB et d'autres bus de communication série.

La Figure 5 représente l'appareillage d'essai qui permet de choisir l'I2C comme interface de bus de communication série.

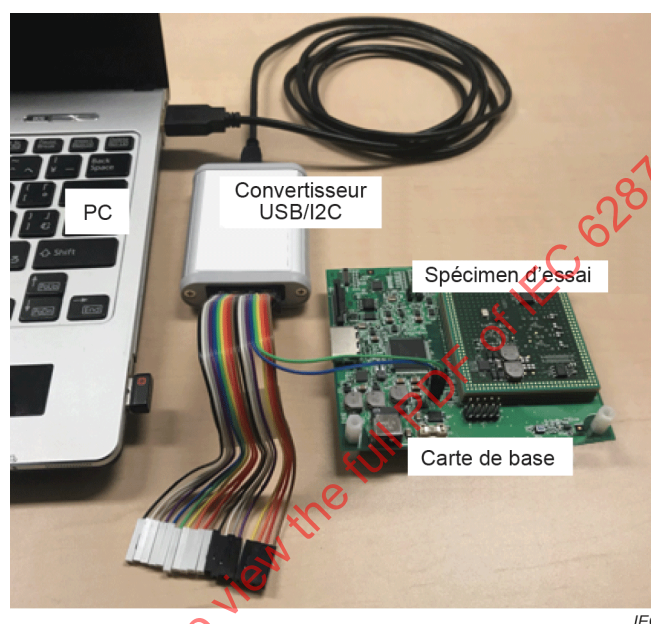


Figure 5 – Appareillage d'essai

7 Méthode et procédure d'essai

7.1 Généralités

La méthode d'essai consiste à soumettre à l'essai la connectivité électrique à la fois de la connexion intermodulaire et de la connexion intramodulaire du SDEM en tant que spécimen d'essai afin d'utiliser l'interface de bus de communication série bidirectionnelle appliquée aux SAEM. La procédure d'essai de base est commune à toutes les interfaces de bus de communication série, bien que la procédure détaillée diffère légèrement.

7.2 Exemple de procédure d'essai

La Figure 6 représente la procédure d'essai pour choisir l'I2C comme interface de bus de communication série. L'I2C est une interface simple de communication série à 2 fils. Les composants connectés disposent de deux bornes spécifiques, telles que la SDA et la SCL et comportent leur propre numéro unique afin d'être différenciés des autres. L'appareillage d'essai active le chemin bidirectionnel pour atteindre le composant cible par le biais d'un certain nombre de connexions intermodulaires et d'une connexion intramodulaire. Cette procédure est désignée "essai d'accès I2C". L'essai de connectivité électrique est réalisé en répétant continuellement l'essai d'accès I2C pour chaque composant cible. Le logiciel de programme d'essai sur PC gère effectivement cette procédure d'essai et décide si chaque connexion est dûment établie ou non.