

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Semiconductor devices –

Part 17: Magnetic and capacitive coupler for basic and reinforced insulation

Dispositifs à semiconducteurs –

Partie 17: Coupleur magnétique et capacitif pour l'isolation principale et renforcée

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-17:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries 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

67 000 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.

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.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques 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

67 000 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Semiconductor devices –

Part 17: Magnetic and capacitive coupler for basic and reinforced insulation

Dispositifs à semiconducteurs –

Partie 17: Coupleur magnétique et capacitif pour l'isolation principale et renforcée

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-8924-2

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	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Electrical characteristics – Coupler logic and timing definitions	19
5 Coupler for protection against electrical shock	20
5.1 General	20
5.2 Type	20
5.3 Ratings	20
5.3.1 General	20
5.3.2 Safety limiting values	20
5.3.3 Functional ratings	20
5.3.4 Rated isolation voltages	20
5.4 Electrical safety requirements	20
5.5 Electrical, environmental and/or endurance test information	21
5.5.1 General	21
5.5.2 Routine test	23
5.5.3 Sample test	23
5.5.4 Maximum surge isolation voltage	23
5.5.5 Type test	24
6 Measuring methods for couplers	35
6.1 General	35
6.2 Isolation capacitance (C_{IO})	35
6.2.1 Purpose	35
6.2.2 Circuit diagram	35
6.2.3 Measurement procedure	36
6.2.4 Precautions to be observed	36
6.2.5 Special conditions	36
6.3 Isolation resistance between input and output, R_{IO}	36
6.3.1 Purpose	36
6.3.2 Circuit diagram	36
6.3.3 Precautions to be observed	37
6.3.4 Measurement procedure	37
6.3.5 Special conditions	37
6.4 Isolation test	37
6.4.1 Purpose	37
6.4.2 Circuit diagram	37
6.4.3 Test procedure	38
6.4.4 Requirements	38
6.5 Partial discharges of coupler	39
6.5.1 Purpose	39
6.5.2 Circuit diagram	39
6.5.3 Description of Figure 9 test circuit and requirements	39
6.5.4 Test procedure	40
6.5.5 Description of calibration circuit (see Figure 10)	40

6.5.6	Test methods.....	41
6.5.7	Specified conditions.....	41
6.5.8	Test voltage conditions.....	42
6.6	Switching times of couplers.....	42
6.6.1	Purpose.....	42
6.6.2	Circuit diagram.....	42
6.6.3	Measurement procedure.....	43
6.6.4	Specified conditions.....	44
6.7	Measuring methods of common-mode transient immunity (CMTI) for magnetic and capacitive couplers.....	44
6.7.1	Purpose.....	44
6.7.2	Circuit diagram.....	44
6.7.3	Precautions to be observed.....	45
6.7.4	Static CMTI measuring procedure.....	46
6.7.5	Specified conditions.....	47
6.7.6	Dynamic CMTI measuring procedure.....	47
Annex A (informative)	Qualification guidance.....	48
Bibliography		51
Figure 1	– Time intervals for methods a and b of the test voltage.....	15
Figure 2	– 1,2/50 μ s surge pulse according 61000-4-5:2014 allowed as equivalent impulse for isolation testing.....	24
Figure 3	– Determination of time to failure (referring to method in 5.5.5.8).....	31
Figure 4	– Determination of working voltage (referring to method in 5.5.5.8 for exponential model).....	32
Figure 5	– Determination of working voltage (referring to method in 5.5.5.8 for non-linear model).....	33
Figure 6	– Isolation capacitance measurement circuit.....	36
Figure 7	– Isolation resistance measurement circuit.....	37
Figure 8	– Isolation voltage measurement circuit.....	38
Figure 9	– Partial discharge test circuit.....	39
Figure 10	– Connections for the calibration of the complete test arrangement.....	40
Figure 11	– Switching time test circuit.....	43
Figure 12	– Transition time waveform measurement.....	43
Figure 13	– Propagation delay time waveform measurement.....	44
Figure 14	– Static versus dynamic data source signal VI.....	45
Figure 15	– Common-mode transient immunity (CMTI) test setup for both static and dynamic testing.....	45
Figure 16	– Static common-mode transient immunity (CMTI) and V_{CM} and low to high data transition waveform.....	47
Figure A.1	– Lifetime verification.....	49
Table 1	– Overview on characteristics and symbols.....	19
Table 2	– Datasheet characteristics.....	21
Table 3	– Tests and test sequence for coupler providing basic insulation and reinforced insulation for protection against electrical shock.....	22
Table 4	– Test conditions.....	23

Table 5 – Safety factor F	41
Table 6 – Specified conditions for method a and method b.....	42
Table A.1 – Front end process changes within component.....	49
Table A.2 – Front End Process Changes within SiO/SiN/imide-passivation	50
Table A.3 – Layout changes.....	50
Table A.4 – Backend changes.....	50

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-17:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES –

**Part 17: Magnetic and capacitive coupler
for basic and reinforced insulation**

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 60747-17 has been prepared by subcommittee SC 47E: Discrete semiconductor devices, of IEC technical committee TC 47: Semiconductor devices.

This first edition cancels and replaces IEC PAS 60747-17:2011. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC PAS 60747-17:2011:

- a) introduced lifetime safety factors for improved life time consideration, to comply with widely recognized aging mechanisms of silicone dioxide (TDDB) and thin film polymer isolation layers;
- b) significantly improved "end of life testing" paragraph and statistical life time consideration by adding detailed description on process, safety factors, methods of generating data points and respective lifetime interpolations as well as being specific on minimum amount of samples required;

- c) introduced concept of certification by similarity, including Annex A, giving guidance on qualification considerations and required certification process;
- d) alternative pulse shape allowed for surge pulse testing, to avoid issues due to surge tester availability;
- e) various improvements throughout the standard: definitions, for example type of coupler have been improved, introduction of surge impulse V_{IMP} rating, usage of glass transition temperature, pre-conditioning have been redefined for improved usability and better compatibility with today's design and functionality of couplers, available mold compounds, etc.

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

FDIS	Report on voting
47E/711/FDIS	47E/715/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60747 series, published under the general title *Semiconductor devices*, 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 "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

The contents of the corrigendum of January 2021 have been included in this copy.

SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 17: Magnetic and capacitive coupler for basic and reinforced insulation

1 Scope

This part of IEC 60747 specifies the terminology, essential ratings, characteristics, safety test and the measuring methods of magnetic coupler and capacitive coupler.

It specifies the principles and requirements of insulation and isolation characteristics for magnetic and capacitive couplers for basic insulation and reinforced insulation.

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 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

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 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-58:2015, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60068-2-67:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Cy: Damp heat, steady state, accelerated test primarily intended for components*

IEC 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60216-1:2013, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-2:2005, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60672-2:1999, *Ceramic and glass insulating materials – Part 2: Methods of test*

IEC 60695-11-5:2016, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 62539:2007, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data*

3 Terms and definitions

3.1

details of outline and encapsulation

information related method of encapsulation and terminal connections within the coupler's isolation system

3.1.1

outline drawing

drawing or sketch restricted to line to describe the shape of objects or circuitry

3.1.2

method of encapsulation

encapsulating materials used forming part of the isolation system

3.1.3

terminal identification

terminal identification and indication of any connection between a terminal and the case

3.2

type of coupler

internal construction and insulation method of coupler to achieve basic or reinforced insulation

3.2.1

SiO₂ isolator

isolator with an internal insulation construction utilizing silicon dioxide based material

3.2.2

thin film polymer isolator

isolator with an internal insulation construction, utilising a thin film polymer insulation

3.3

isolation

ability to reject electrical and magnetic interference or noise

3.4

insulation

part of an electromechanical product which galvanically separates the conducting parts at different electrical potentials

3.4.1

reinforced insulation

insulation of hazardous-live-parts which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation

Note 1 to entry: Reinforced insulation may comprise several layers which cannot be tested singly as basic insulation or supplementary insulation.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.5]

3.4.2**basic insulation**

insulation providing a basic safeguard against electric shock

3.5**isolation side**

all terminals of side 1 which are isolated from all terminals of side 2 by an isolation barrier, forming a two-terminal device

3.6**isolation capacitance** C_{IO}

total capacitance between the terminals on side 1 of the isolation barrier connected together and the terminals on side 2 of the isolation barrier connected together forming a two-terminal device

Note 1 to entry: See IEC 60747-5-5:2007, 4.3.

3.7**isolation resistance** R_{IO}

resistance between the terminals on side 1 of the isolation barrier connected together and all the terminals on side 2 of the isolation barrier connected together forming a two-terminal device

3.8**isolation resistance at safety limiting temperature** R_{IO_S}

resistance at safety limiting temperature T_S between the terminals on side 1 of the isolation barrier connected together and all the terminals on side 2 of the isolation barrier connected together forming a two-terminal device which should be larger or equal to $1E9 \Omega$

3.9**isolation voltage**

voltage between any specified terminals connected together on side 1 of the isolation barrier and any terminals connected together on side 2 of the isolation barrier

3.10**logic state match**

condition in which an output logic state matches the associated input logic state

3.11**logic state transition match**

condition in which an output logic state change follows the associated input logic state change

3.12**common mode transient immunity** $CMTI$

maximum tolerable rate-of-rise (or fall) of a common-mode voltage

Note 1 to entry: The common mode transient immunity is given in volts per second. CMTI should include the amplitude of the common-mode voltage that can be tolerated.

3.12.1**common mode transient immunity at logic high output** $|CM_H|$

common mode transient immunity of the coupler with logic at high output

3.12.2

common mode transient immunity at logic low output

$|CM_L|$

common mode transient immunity of the coupler with logic at low output

3.12.3

common mode transient immunity at logic dynamic output

$|CM_D|$

maximum slew rate of a common-mode voltage (V_{CM}) at which the coupler transmits the data without missing the transition or creating unexpected transitions for all combinations of slew rate polarity and data edges

Note 1 to entry: The data transition shall occur in the specified time frame, and invalid data in terms of delay times, transitions or number of transitions, or magnitude (not meeting minimum logic V_{OH} or maximum logic low V_{OL} specifications) will be construed as a failure.

3.12.4

CMTI performance

dV_{CM}/dt

maximum slew rate of a common mode voltage at which the output of the coupler remains at the specific logic level and at the specified timing

3.12.5

common mode voltage

V_{CM}

common mode voltage at which the slew rate is measured

3.13

propagation delay

t_{pLH} , t_{pHL}

time required for a change in the input state of a digital coupler to propagate to the corresponding output

Note 1 to entry: The propagation delay from LOW to HIGH is expressed by t_{pLH} .

Note 2 to entry: The propagation delay from HIGH to LOW is expressed by t_{pHL} .

3.14

pulse width distortion

$|t_{pLH} - t_{pHL}|$

PWD

unintentional and generally undesired change in the form of a signal causing the signal input pulse width to differ from signal output pulse width

3.15

supply voltage

V_{DD}

supply voltages supplied on input and output side of coupler

Note 1 to entry: The supply voltage is also commonly expressed by V_{CC} .

3.16

integrated circuit

IC

microcircuit in which all or some of the circuit elements are inseparably associated and electrically interconnected so that it is considered to be indivisible for the purpose of construction and commerce on side 1 and side 2

[SOURCE: IEC 60050-521:2002, 521-10-03, modified – The words "on side 1 and side 2" have been added.]

3.17

input and output terminal

I/O

side 1 and side 2 terminals of an integrated circuit providing signal conditioning to the internal coupling element

3.18

ground potential

GND

reference potential for any side of a coupler

3.19

input voltage

V_I

input voltage, either V_{IL} , V_{IH} or analog level

3.20

output voltage

V_O

output voltage, either V_{OL} , V_{OH} or analog level

3.21

maximum ambient operating temperature

$T_{op\ max}$

maximum ambient operating temperature allowed during operation of coupler

3.22

reference-point temperature

T_{REF}

temperature defined by the manufacturer to refer to a defined point such as junction temperature, case temperature, etc.

3.23

characteristic lifetime

t_{63}

refers to characteristic lifetime (t_{63} %) when applying Weibull distribution to determine the mean lifetime

Note 1 to entry: In general, lifetime reliability is defined as the mean lifetime (t_{50} %) at which cumulative failure rate reaches 50 %. When Weibull distribution is used, a characteristic lifetime (t_{63} %) is considered for the mean lifetime. This is referred to as t_{63} in the statistical lifetime consideration.

3.24

general safety ratings of couplers for basic and reinforced insulation

thermal and mechanical operating conditions that exceed the specified ratings (limiting values) for normal operation, and to which the specified safety requirements refer

Note 1 to entry: The couplers may become permanently inoperative when safety ratings are applied.

3.25

electrical safety ratings of couplers for basic and reinforced insulation

electrical requirements that have to be met and maintained after the couplers have been subjected to specified safety ratings, to ensure protection against electrical shock

Note 1 to entry: The couplers may become permanently inoperative when safety ratings are applied.

[SOURCE: IEC 60747-5-5:2007, 5.2, modified – In the term, the word "requirements" has been replaced with "ratings", and "isolation" with insulation. In the definition, the word "photocoupler" has been replaced by "couplers".]

3.25.1

partial discharge

PD

localized electrical discharge which occurs in the insulation between all terminals of the side 1 and all terminals of side 2 of the coupler

3.25.2

apparent charge

q_{pd}

electrical discharge caused by a partial discharge in the coupler

3.25.3

threshold apparent charge

$q_{pd(TH)}$

specified value of apparent charge that is as small as technically feasible, which determines the partial-discharge extinction voltage

Note 1 to entry: A threshold apparent charge of 5 pC was found to be a practicable criterion for couplers. Otherwise, it should be defined on each individual device design. Smaller threshold values are desirable but not required if accurate measurement in a production environment is not practical. This threshold shall not be exceeded at any time.

Note 2 to entry: In actual testing, this criterion applies to the apparent charge pulse with the maximum value.

Note 3 to entry: The term "specified discharge magnitude" (see 6.1.3.5.4.1 of IEC 60664-1:2007) is synonymous with "threshold apparent charge".

3.26

test voltage

$V_{pd(t)}$

voltage applied during the test period of the partial discharge test between all terminals of side 1 (connected together) and all terminals of side 2 (connected together) to the coupler under test

3.26.1

initial test voltage for partial discharge

$V_{pd(ini)}$

test voltage applied during the initial test time t_{ini}

3.26.2

initial test voltage for partial discharge, method a

$V_{pd(ini),a}$

value of the voltage applied at the beginning of the measurement, for a specified time t_{ini} , which is intended to simulate the occurrence of a transient overvoltage

Note 1 to entry: Refer to Figure 1, method a.

3.26.3

initial test voltage for partial discharge, method b

$V_{pd(ini),b}$

isolation test voltage applied between all terminals of side 1 (connected together) and all terminals of side 2 (connected together) at routine test (method b) which is equal or higher to the manufacturer's maximum transient voltage rating

3.27**multiplying factor** F

multiplying factor applied for method a and method b

Note 1 to entry: See Table 5 for more information.

3.28**apparent charge measuring voltage** $V_{pd(m)}$

test voltage at which apparent charge is measured

Note 1 to entry: Specified values of this voltage may be expressed as multiple of the specified value of the rated repetitive peak isolation voltage: $V_{pd(m)} = F \times V_{IORM}$. Refer to 3.27.

Note 2 to entry: This is a test voltage where the apparent charge shall be equal or less than the specified value.

3.29**partial-discharge inception voltage** $V_{pd(I)}$

lowest peak value of an AC test voltage at which the apparent charge is greater than the specified threshold apparent charge, if the test voltage is increased from a lower value where no partial discharge occurs

3.30**partial-discharge extinction voltage** $V_{pd(e)}$

lowest peak value of an AC test voltage at which the apparent charge is smaller than the specified threshold apparent charge, if the test voltage is reduced from a higher value where such discharge occurs

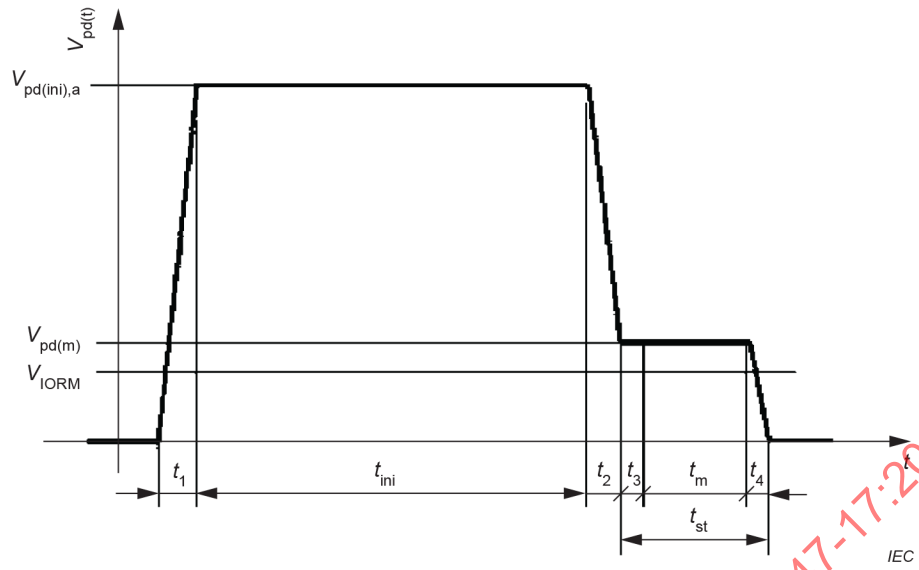
Note 1 to entry: The equivalent RMS value of an AC test voltage may also be used.

3.31**reference voltage for lifetime determination** V_{REF}

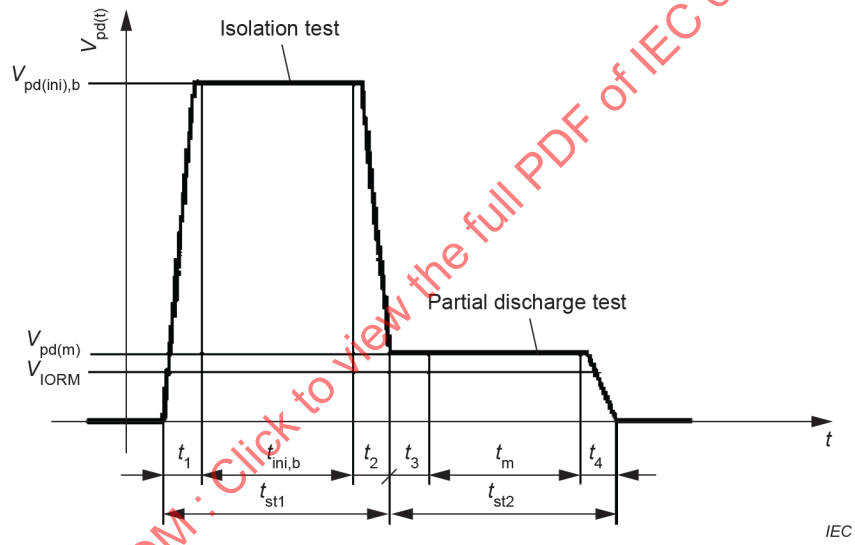
maximum predicated voltage which is determined by the end of life (EOL) test according 5.5.5.8

3.32**lifetime safety factor**lifetime safety factor applied to V_{REF} to reflect safety consideration on coupler lifetime**3.33****time intervals**

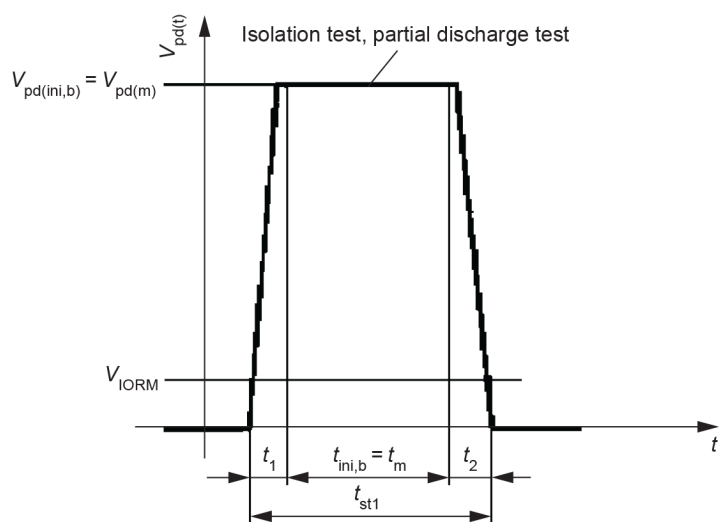
duration and sequence of test voltages for partial discharge measurements as shown in Figure 1



Time intervals for method a



Time intervals for method b1



Time intervals for method b2

Key

t_{ini}	initial time method a only
$t_{ini,b}$	isolation test time method b
t_{st}	(partial-discharge) stress time
t_{st2}	(partial-discharge) stress time
t_{st1}	isolation test stress time (method b only)
t_m	(partial-discharge) measuring time
t_1, t_2, t_3, t_4	settling times

Figure 1 – Time intervals for methods a and b of the test voltage**3.34****lifetime**

minimum required time in years to failure based on an insulation grade correlated failure rate

3.35**SiO₂ time dependent dielectric breakdown**

SiO₂ TDDDB

aging effect observed in isolators using internal constructions utilizing SiO₂ based materials

3.36**thin film polymer space charge degradation**

aging effect observed in isolators using internal insulation constructions utilizing thin film polymer dielectric materials

Note 1 to entry: This constitutes test requirements to establish the maximum safe operating voltage at which space charge aging does not impact the safety related values V_{IORM} and V_{IOTM} .

3.37**failure rate over lifetime**

FROL

maximum allowed failure rate due to isolation break down using lifetime prediction

3.38**statistical model**

mathematical model that embodies a set of statistical assumptions concerning the generation of sample data

Note 1 to entry: The type of curve fit shall be based on the material type as defined in 3.2.1 and 3.2.2.

Note 2 to entry: In cases where the insulation material type is not compatible or defined with models in 3.38.1 and 3.38.2, such isolators may only be used in case the specific distinctiveness of such insulation material has been considered and properly addressed by the regulatory experts and has been added as into the standard.

3.38.1

exponential model

modelling method used for material types defined in 3.2.1 (SiO₂ isolators):

$$L = ce^{kV}$$

where

L is the time-to-failure at test voltage V ;

V is the test voltage;

c and k are the coefficients

Note 1 to entry: For the usage of $k \times V$ dependency, an adequate data set with sufficient measurement points shall be provided which clearly proves the $k \times V$ dependency according to IEC 62539:2007.

3.38.2

non linear model

modelling method used for material types defined in 3.2.2 (thin film polymer isolators):

$$L = ce^{kV^{-n}}$$

where

L is the time-to-failure at test voltage V ;

V is the test voltage;

c , n and k are the coefficients

Note 1 to entry: For the usage of $k \times V^{-n}$ dependency, an adequate data set with sufficient measurement points shall be provided which clearly proves the $k \times V^{-n}$ dependency according to IEC 62539:2007.

3.38.3

rated isolation voltages

3.38.3.1

DC isolation voltage

V_{IO}

value of the constant isolation voltage

3.38.3.2

maximum rated isolation working voltage

V_{IOWM}

RMS value of isolation voltage V_{IORM} assigned by the manufacturer of the couplers, characterizing the specified (long term) withstand capability of its isolation

3.38.3.3

maximum rated repetitive peak isolation voltage

V_{IORM}

repetitive peak isolation voltage assigned by the manufacturer of the couplers, characterizing the specified withstand capability of its isolation against repetitive peak voltages

Note 1 to entry: This peak isolation voltage includes all repetitive transient voltages, but excludes all non-repetitive transient voltages.

Note 2 to entry: A repetitive transient voltage is usually a function of the circuit. A non-repetitive transient voltage is usually due to an external cause and it is assumed that its effect has completely disappeared before the next non-repetitive voltage transient arrives.

Note 3 to entry: Since the degradation of the galvanic isolation depends normally on the peak voltage, V_{IORM} is the repetitive peak value of the absolute envelope voltage over time.

Note 4 to entry: See IEC 60747-5-5:2007, 5.3, from which the description has been modified to define V_{IORM} as repetitive peak or equivalent DC value and state it includes all repetitive transient voltages.

3.38.3.4

maximum rated transient isolation voltage

V_{IOTM}

peak isolation voltage which includes all non-repetitive transient voltages and applies to the package clearance as well as internal insulation

Note 1 to entry: See IEC 60664-1:2007.

Note 2 to entry: See IEC 60747-5-5:2007, 5.3, from which the description has been modified to emphasize that V_{IOTM} includes all non-repetitive transient voltages and applies to package clearance as well as internal insulation.

3.38.3.5

withstanding isolation voltage

V_{ISO}

maximum isolation withstanding AC RMS voltage for one minute

3.38.3.6

surge isolation voltage

V_{IOSM}

highest instantaneous value of an isolation voltage pulse with short time duration and of specified wave form (1,2/50 μ s) applied across the internal insulation of the device

Note 1 to entry: Testing of required V_{IOSM} levels, as specified in 5.5.4 may be conducted for example in oil to exclude arcing across the surface or in air.

Note 2 to entry: See IEC 60747-5-5:2007, 5.3, from which description has been modified to provide additional information on duration and wave form.

3.38.3.7

impulse voltage

V_{IMP}

highest peak value of impulse voltage without flashover and solid insulation breakdown

Note 1 to entry: Wave form and polarity are described in 6.1.2.2.1 of IEC 60664-1:2007.

3.39

absolute maximum ratings

qualifications such as time, frequency, pulse duration, humidity

Note 1 to entry: Exceeding the maximum ratings can lead to damage of the isolation barrier.

3.39.1

minimum and maximum storage temperatures

T_{stg}

temperatures in non-operation condition

3.39.2

minimum and maximum ambient temperatures

T_{amb}

temperatures of the air surrounding a component

3.39.3

maximum soldering temperature

T_{sld}

maximum soldering time and minimum distance to case which should be specified

3.39.4

maximum continuous input power

P_{SI}

maximum continuous input power at ambient or a reference point temperature of 25 °C and derating curve or derating factor

3.39.5

maximum output power dissipation

P_{SO}

maximum output power dissipation of the output stage at ambient or a reference point temperature of 25 °C and a derating curve or derating factor

3.39.6

maximum total power dissipation of the package

P_{tot}

maximum total power dissipation at ambient or reference-point temperature of 25 °C and derating curve or derating factor

3.39.7

maximum power transmission

P_{TR}

power transferred across isolation barrier during operation

3.40

F_{LT}

working voltage safety factor at applicable lifetime of coupler

3.41

maximum ambient safety temperature

T_{S}

highest ambient temperature permitted in the event of a fault

3.42

maximum output current

I_{SO}

current used for power dissipation considerations to determine safety limitation

4 Electrical characteristics – Coupler logic and timing definitions

Clause 4 relates to definitions and logic related coupler operation (see Table 1).

Table 1 – Overview on characteristics and symbols

No.	Characteristics	Conditions at T_{amb} or $T_{case} = 25\text{ °C}$ unless otherwise stated	Symbols	Requirements	
4.1.1	Input logic level voltage high (logic high input voltage) ^a		V_{IH}	min.	
4.1.2	Input logic level voltage low (logic low input voltage) ^a		V_{IL}		max.
4.1.3	Output logic level voltage high (logic high output voltage) ^a	Defined load	V_{OH}	min.	
4.1.4	Output logic level voltage (logic low output voltage) ^a		V_{OL}		max.
4.1.5	Propagation delay input to output at change low to high output voltage	Load conditions defined 10 % to 90 % or 50 % to 50 %	t_{PLH}		max.
4.1.6	Propagation delay input to output at change high to low output voltage		t_{PHL}		max.
4.1.7	Pulse width distortion	As defined in 3.14	$ t_{PLH} - t_{PHL} $		max.
4.1.8	Output rise time	10 % to 90 %, load defined	t_r		max.
4.1.9	Output fall time	90 % to 10 %, load defined	t_f		max.
4.1.10	Working frequency		f		max.
4.1.11	Isolation resistance between input and output	V_{IO} specified	R_{IO}	typ	
4.1.12	Isolation capacitance between input and output	As tested in 6.2	C_{IO}	typ	
4.1.13	Side 1 supply current	$f = 0\text{ Hz}$	I_{CC1}	min.	max.
		$f = f_{max}$	I_{CC1}	min.	max.
4.1.14	Side 2 supply current	$f = 0\text{ Hz}$	I_{CC2}	min.	max.
		$f = f_{max}$, defined load	I_{CC2}	min.	max.
4.1.15	Common mode transient immunity at logic high output ^b	V_O defined in datasheet at common mode conditions	$ CM_H $	min.	
	Common mode transient immunity at logic low output ^b		$ CM_L $	min.	
	Common mode transient immunity at logic dynamic output ^b		$ CM_D $	min.	
4.1.16	maximum total power dissipation of the package		P_{tot}		Max.

^a 3 V and/or 5 V TTL compatible logic.

^b Preferably consistent with datasheet specifications: minimum V_{OH} and maximum V_{OL} .

5 Coupler for protection against electrical shock

5.1 General

All requirements contained in Clause 5 are valid for couplers with a solid insulation in one package, whatever the configuration of the input and/or the output is (e.g. IC input, output, etc.).

5.2 Type

Ambient-rated or case-rated couplers designed to provide protection against electrical shock with reinforced insulation or basic insulation.

It shall be clearly indicated on the datasheet whether the approval is for basic or reinforced insulation.

5.3 Ratings

5.3.1 General

The ratings shall be listed in a special section in the manufacturer's datasheet.

5.3.2 Safety limiting values

- a) Maximum ambient safety temperature, T_S .
- b) Maximum input power dissipation, P_{SI} .
- c) Maximum output current or maximum output power dissipation, I_{SO} or P_{SO} .

NOTE Safety limiting values are determined only by damage to the isolation barrier.

5.3.3 Functional ratings

Package related values: temperatures, total power dissipation

Input and output related values: voltages, currents, power dissipation

5.3.4 Rated isolation voltages

- a) Maximum working isolation voltage, V_{IOWM}
- b) Maximum repetitive isolation voltage, V_{IORM}
- c) Maximum transient isolation voltage, V_{IOTM}
- d) Maximum withstanding isolation voltage, V_{ISO}
- e) Maximum surge isolation voltage, V_{IOSM}
- f) Maximum impulse voltage, V_{IMP}

5.4 Electrical safety requirements

The following characteristics as shown in Table 2 shall be mentioned in the manufacturer's datasheet, in addition to those listed in 5.3.

Table 2 – Datasheet characteristics

Characteristics	Conditions	Symbols	Requirements
Apparent charge method a	6.5	q_{pd}	max
Apparent charge method b		q_{pd}	max
Isolation resistance	$25\text{ °C} \leq T_{amb} \leq T_{amb,max.}$ Test voltage between side 1 and side 2 = 500 V DC	R_{IO}	min
Isolation resistance	$T_{amb} = T_S$ Test voltage between side 1 and side 2 = 500 V DC	R_{IO_S}	min
External clearance	See IEC 60664-1:2007 for measuring requirements Refer to related equipment standards for further requirements	CLR	min
External creepage		CRP	min
Comparative tracking index		CTI	min
Over-voltage category			
Climatic category			
Maximum rated transient isolation voltage		V_{IOTM}	
Maximum rated repetitive peak isolation voltage	V_{IORM} is based on the conditions in 5.5.5.8.4. For variances of V_{IORM} , see Note 1.	V_{IORM}	
Impulse voltage	Test according to 5.5.4 in air	V_{IMP}	max
Maximum surge isolation voltage for reinforced insulation	Test according to 5.5.4	V_{IOSM}	Test voltage is $\geq 1,3 \times V_{IMP}$, min. 10 kV
Maximum surge isolation voltage for basic insulation	Test according to 5.5.4	V_{IOSM}	Test voltage is $\geq 1,3 \times V_{IMP}$
NOTE 1 For additional V_{IORM} information, derating of the data generated in 5.5.5.8, reflecting different conditions such as lifetime or failure rates is acceptable if derating conditions are clearly stated and this information is provided in a separate table.			

5.5 Electrical, environmental and/or endurance test information

5.5.1 General

This information is supplementary information if desired by the manufacturer. See Table 3 and Table 4 for reference.

Table 3 – Tests and test sequence for coupler providing basic insulation and reinforced insulation for protection against electrical shock

1) Routine test (non-destructive) – see 5.5.2																																																								
1.1	Isolation test according 6.4 and 6.5 Apparent charge magnitude at $1,875 \times V_{IORM}$ for reinforced insulation and $1,5 \times V_{IORM}$ for basic insulation, method b1 or b2, $q_{pd} \leq 5$ pC See 3.30																																																							
1.2	Parametric test according to manufacturer's specification, (see 5.5.5.2)																																																							
2) Sample test (destructive) $n = 80$, zero failure (see 5.5.3)																																																								
2.1	Visual inspection according to manufacturer's specification (see 5.5.5.2)																																																							
2.2	Resistance to soldering heat (see 5.5.5.2)																																																							
2.3	Apparent charge magnitude at $1,6 \times V_{IORM}$ for reinforced insulation and for basic insulation $1,3 \times V_{IORM}$, method a, $q_{pd} \leq 5$ pC, $V_{ini,a}$ (see 6.5)																																																							
2.4	Parametric test according to manufacturer's specification (see 5.5.5.2)																																																							
2.5	Isolation resistance (see 6.3)																																																							
2.6	External creepage distance and clearance $n = 10$, zero failure (see 5.5.5.7)																																																							
2.7	Isolation resistance at high temperatures $n = 40$, zero failure (see 5.5.5.6): a) $T_{amb,max}$, min. 100 °C; b) T_s .																																																							
3) Type test (destructive), $n = 552$, zero failure (see 5.5.5.8)																																																								
<table><tr><td>Subgroup 1 5.5.5.3 $n = 20$</td><td>Subgroup 2 5.5.5.4 $n = 15$</td><td>Subgroup 3 5.5.5.5 $n = 15$</td><td>Subgroup 4 5.5.5.6 $n = 40$</td><td>Subgroup 5 5.5.5.7 $n = 10$</td></tr><tr><td>Preconditionning 5.5.5.2</td><td>Preconditionning 5.5.5.2</td><td>Preconditionning 5.5.5.2</td><td>Isolation resistance a) at $T_{amb,max}$ (≥ 100 °C) b) at T_s</td><td>Ext. creepage distance Ext. Clearance</td></tr><tr><td>Rapid change of temperature</td><td>Temperature change test</td><td>Temperature change test</td><td></td><td>Flammability</td></tr><tr><td>Dry heat</td><td>Input safety test</td><td>Output safety test</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Damp heat (cyclic)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Temperature storage (cold)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Damp heat (steady state)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Final measurements 5.5.5.3.2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>Subgroup 6 5.5.5.8.2 $n = 432$</td><td>Subgroup 7 5.5.5.8.3 $n = 20$</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>Preconditionning 5.5.5.2</td><td>Transient voltage V_{IOTM}</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>Maximum repetitive peak isolation voltage V_{IORM}</td><td></td></tr></table>		Subgroup 1 5.5.5.3 $n = 20$	Subgroup 2 5.5.5.4 $n = 15$	Subgroup 3 5.5.5.5 $n = 15$	Subgroup 4 5.5.5.6 $n = 40$	Subgroup 5 5.5.5.7 $n = 10$	Preconditionning 5.5.5.2	Preconditionning 5.5.5.2	Preconditionning 5.5.5.2	Isolation resistance a) at $T_{amb,max}$ (≥ 100 °C) b) at T_s	Ext. creepage distance Ext. Clearance	Rapid change of temperature	Temperature change test	Temperature change test		Flammability	Dry heat	Input safety test	Output safety test			Damp heat (cyclic)					Temperature storage (cold)					Damp heat (steady state)					Final measurements 5.5.5.3.2								Subgroup 6 5.5.5.8.2 $n = 432$	Subgroup 7 5.5.5.8.3 $n = 20$				Preconditionning 5.5.5.2	Transient voltage V_{IOTM}				Maximum repetitive peak isolation voltage V_{IORM}	
Subgroup 1 5.5.5.3 $n = 20$	Subgroup 2 5.5.5.4 $n = 15$	Subgroup 3 5.5.5.5 $n = 15$	Subgroup 4 5.5.5.6 $n = 40$	Subgroup 5 5.5.5.7 $n = 10$																																																				
Preconditionning 5.5.5.2	Preconditionning 5.5.5.2	Preconditionning 5.5.5.2	Isolation resistance a) at $T_{amb,max}$ (≥ 100 °C) b) at T_s	Ext. creepage distance Ext. Clearance																																																				
Rapid change of temperature	Temperature change test	Temperature change test		Flammability																																																				
Dry heat	Input safety test	Output safety test																																																						
Damp heat (cyclic)																																																								
Temperature storage (cold)																																																								
Damp heat (steady state)																																																								
Final measurements 5.5.5.3.2																																																								
			Subgroup 6 5.5.5.8.2 $n = 432$	Subgroup 7 5.5.5.8.3 $n = 20$																																																				
			Preconditionning 5.5.5.2	Transient voltage V_{IOTM}																																																				
			Maximum repetitive peak isolation voltage V_{IORM}																																																					

IEC

Table 4 – Test conditions

Parameter	Method a	Method b
Initial time	$t_{ini} = 60 \text{ s}$	$t_{ini,b} = 1 \text{ s}$
Initial voltage	$V_{ini,a} = V_{IOTM}$	$V_{ini,b} \geq 1,2 \times V_{IOTM}$
Apparent charge test voltage	$V_{pd(m)} = F \times V_{IORM}$	$V_{pd(m)} = F \times V_{IORM}$
Apparent charge measuring time	$t_m = 10 \text{ s}$	$t_m = 1 \text{ s}$
Specified test time	t_{st} typ. 1,2 s.	t_{st1} typ. 1,2 s, t_{st2} typ. 1,2 s.
Rate of rise/fall (V_{ini})	dV/dt during t_1 , $t_2 = 100 \text{ V/s to } 1\,000 \text{ V/s}$	Only for type test: dV/dt during t_1 , $t_2 = 100 \text{ V/s to } 1\,000 \text{ V/s}$
Transient recovery time	t_3, t_4 typ. 1 s	Only for type test: t_3, t_4 typ. 1 s
Ambient temperature	$T_{amb} = 15 \text{ °C to } 35 \text{ °C}$	$T_{amb} = 15 \text{ °C to } 35 \text{ °C}$
Center frequency	$150 \text{ kHz} \leq f_o \leq 5 \text{ MHz}$	$150 \text{ kHz} \leq f_o \leq 5 \text{ MHz}$
Bandwidth	$\Delta f \leq 15 \text{ kHz}$	$\Delta f \leq 15 \text{ kHz}$
Calibration value	$q_o = 5 \text{ pC}$	$q_o = 5 \text{ pC}$
Smallest measurable value	$q_{min} = 1 \text{ pC}$	$q_{min} = 1 \text{ pC}$
Apparent charge test limit	$q_{pd} = 5 \text{ pC}$	$q_{pd} = 5 \text{ pC}$
Coupling capacitor	$C_c \geq 1 \text{ nF}$	$C_c \geq 1 \text{ nF}$
NOTE In accordance with safety multiplying factors specified in Table 5.		

5.5.2 Routine test

At the routine test stage (method b), an isolation test according to 6.4 and 6.5 shall be performed.

5.5.3 Sample test

Partial discharge test (method a, destructive test) shall be performed on a sample basis once per quarter. A minimum sample of 20 devices will be picked from a random production lot for each package type. Packages shall be significantly different in terms of package outline dimensions. The lead form option will not be construed as a significant difference. All samples shall have passed routine test according 5.5.2 and therefore the regular production including high voltage partial discharge test.

A production lot is defined here as the number of devices which have been produced using the same production line and production conditions. Examples of different package types are: DIP-4, -6, -8, SOIC-8, etc. Thus, if a manufacturer has five different package types, then 20 samples each would be pulled for this destructive partial discharge test for a total of ($5 \times 20 = 100$ coupler) per quarter. Multiple channels do not constitute a package type difference. The purpose of this random testing per quarter is to monitor the quality of the manufacturing with respect to selected criteria. The minimum sampling size is $n = 80$, of which the failures shall be zero, i.e. there shall be no failures.

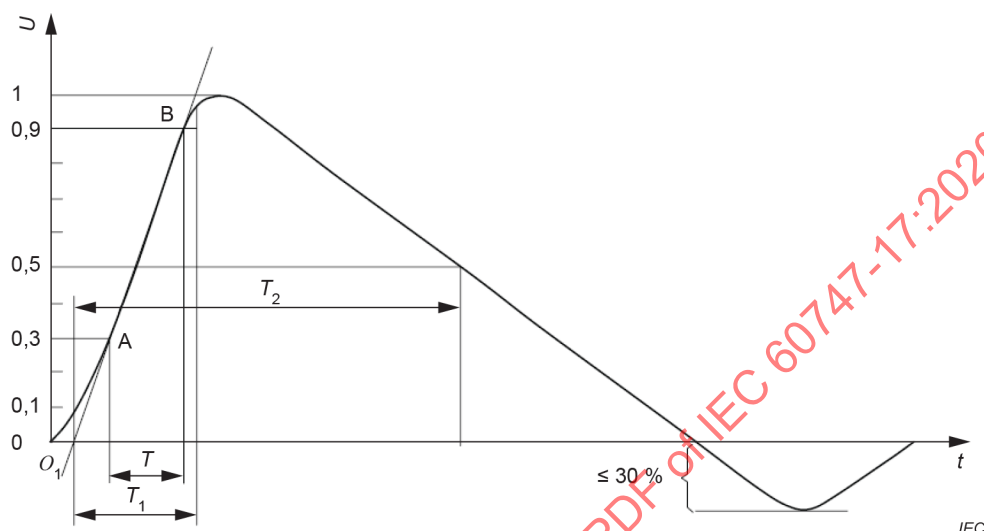
5.5.4 Maximum surge isolation voltage

Describes the highest surge isolation voltage applied, considering V_{IOSM} and V_{IMP} .

In case of basic insulation, all DUT shall pass $\geq V_{IMP} \times 1,3$.

In the case of reinforced insulation, all DUT shall pass the surge test with rated $V_{IMP} \times 1,3$ but with a minimum of 10 kV. V_{IOSM} should be specified in accordance with testing described in 5.5.5.3.2, subgroup 1. Recommended pulse shape is 1,2/50 μ S in accordance with IEC 61000-4-5:2014, Figure 2 (see Figure 2).

Alternative pulse shape is generated in accordance with IEC 62368-1:2018, Clause D.2, circuit 3.



Front time: $T_1 = 1,67 \times T = 1,2 \mu s \pm 30 \%$

Time to half-value: $T_2 = 50 \mu s \pm 20 \%$

**Figure 2 – 1,2/50 μ s surge pulse according 61000-4-5:2014
allowed as equivalent impulse for isolation testing**

5.5.5 Type test

5.5.5.1 General

Type test shall be performed with the introduction of a new coupler, which differs from already tested couplers, in one or more of the following items:

- package or die materials relevant for insulation mold materials, silicone gels, foils, etc.;
- if the new lead frame affects the external creepage distance or external clearance, or the thermal resistance of the package and thereby P_{SI} or I_{SO} or P_{SO} are affected;
- package or die construction relevant for isolation.

Any changes of one or more of those items are considered major changes, which require a new type test for an existing product.

All samples shall have passed routine test according 5.5.2 and therefore the regular production including high voltage partial discharge test.

Type tests shall include at least the following subgroups (5.5.5.2 to 5.5.5.8), with the following conditions:

- zero failure shall be achieved;
- if one failure occurs out of the 100 devices, a full set of 100 new devices shall be subjected to the subgroup (in which the failure occurred), with no more failures.

NOTE Safety limiting values (P_{SI} , I_{SO} and/or P_{SO} , P_{TR} , T_S): for components providing safe electrical isolation, the requirements for satisfactory isolation have the first priority.

The safety limiting values of signal and power transmission, if applicable, which shall be individually defined by the manufacturer for a coupler device, are the input power dissipation (P_{SI}), maximum output current (I_{SO}), maximum output power dissipation (P_{SO}), maximum power transmission (P_{TR}), or the maximum ambient safety temperature (T_S) that can be allowed in the event of a fault or a failure without causing the insulation of the device to breakdown.

The safety limiting values determine the maximum range of input or output power dissipations allowed over which, although the function of the isolating elements may be destroyed, the isolation specification of the device remains intact. The safety limit temperature (T_S) is the highest ambient temperature permitted in the event of a fault.

The requirement for isolation remains even when the operation of the coupler is no longer in existence due to external electrical or thermal stress, when for example:

- 1) the internal circuitry becomes faulty due to excessive current or power;
- 2) internal bond wires melt;
- 3) operation of the coupler is impeded by an external heat source (e.g. a resistor).

The safety limiting values are governed by the materials and circuit design parameters adopted by the manufacturer, and the user shall ensure that the safety limiting values are not exceeded, to ensure that the isolation resistance or insulation of the coupler remains intact.

The user will ensure the safety limiting values are not exceeded through adequate safety arrangements in the circuit design and application conditions of the coupler, for example:

- a) current limitation of the input/output circuit;
- b) voltage limitation of the input/output circuit;
- c) thermal management of the circuit, which ensures absolute maximum junction temperatures or absolute maximum operating temperature as specified in the manufacturer's datasheet is not exceeded;
- d) the surrounding circuit is ignition resistant.
- e) in the event of a fault or failure, the external current or voltage, limiting safety mechanisms or methods will ensure that the safety limiting values are not exceeded.

5.5.5.2 Preconditioning

Visual inspection	According to manufacturer's specification
Resistance to soldering heat	See IEC 60068-2-20:2008, Test Tb, method 1 (260 ± 5) °C, (5 ± 1) s For couplers in SMT packages, see conditions according IEC 60068-2-58:2015, Table 1, three cycles
Apparent charge, method b1	Basic insulation $V_{pd(m)} = 1,5 \times V_{IORM}$ Reinforced insulation $V_{pd(m)} = 1,875 \times V_{IORM}$ Temperature 15 °C to 35 °C $V_{ini,b} = V_{IOTM}$ $q_{pd} \leq 5 \text{ pC}$
Parametric test	According to manufacturer's specification Temperature 15 °C to 35 °C
Isolation resistance	$R_{IO} > 10^{12} \Omega$, $t = 1 \text{ min}$; $V_{IO} = 500 \text{ V DC}$, $T_{amb} = 25 \text{ °C}$

5.5.5.3 Subgroup 1: 20 samples

5.5.5.3.1 Tests

Preconditioning	See 5.5.5.2
Rapid change of temperature	See IEC 60068-2-14:2009, Test Na $T_{\text{stg,min}}, T_{\text{stg,max}}, 10 \text{ cycles, dwell time } 3 \text{ h}$
Dry heat	See IEC 60068-2-2:2007, Test Bb $V \geq V_{\text{IORM}} \text{ (min. } 700 \text{ V)}, T_{\text{amb}} = T_{\text{amb,max}} \text{ (min. } 100 \text{ °C)}$ Duration: 16 h
Damp heat, cyclic	See IEC 60068-2-30:2005 $T_{\text{amb}} = 55 \text{ °C}$ Cycles: 1
Temperature storage (Cold)	See IEC 60068-2-1:2007, 2 h at $T_{\text{stg,min}}$
Damp heat (steady state)	See IEC 60068-2-67:1995, Test Cy 85 % RH at 85 °C, duration = 21 days

5.5.5.3.2 Final measurements for subgroup 1

Dry samples for 1 h to 2 h before doing final measurements. Final measurements within the next 6 h after drying.

Apparent charge, method a	Basic insulation $V_{\text{pd(m)}} = 1,3 \times V_{\text{IORM}}$ Reinforced insulation $V_{\text{pd(m)}} = 1,6 \times V_{\text{IORM}}$ $V_{\text{ini,a}} = V_{\text{IOTM}}$ $q_{\text{pd}} \leq 5 \text{ pC}$
Isolation resistance	$V_{\text{IO}} = 500 \text{ V DC}, T_{\text{amb}} = 25 \text{ °C}, R_{\text{IO}} \geq 10^{12} \Omega, t = 1 \text{ min}$
Surge test (type test only)	The applied test pulse shall be identified by the manufacturer in the datasheet. Recommended pulse shape is 1,2/50 μs in accordance with IEC 61000-4-5. Alternative pulse shape generated in accordance with IEC 62368-1:2018, Clause D.2, circuit 3. Number of discharge: 50 (25 discharges with polarity 1 followed by 25 discharges with polarity 2) Cycles: maximum 12 discharges/min Voltage for basic insulation: $\geq 1,3 \times V_{\text{IMP}}$ Voltage for reinforced insulation: $\geq 1,3 \times V_{\text{IMP, min}} 10 \text{ kV}$ Samples shall be discharged before polarity changes for minimum of 1 h up to a maximum of 2 h by a resistor of 100 Ω . The 1 h minimum discharge time can be ignored upon manufacturer request.
Isolation resistance	$V_{\text{IO}} = 500 \text{ V DC}, T_{\text{amb}} = 25 \text{ °C}, R_{\text{IO}} \geq 10^9 \Omega, t = 1 \text{ min}$

5.5.5.4 Subgroup 2: 15 samples**5.5.5.4.1 Tests or examination**

Preconditioning	See 5.5.5.2
Temperature change test	One cycle consists of the following temperature changes: – dwell time 68 h at $T_{\text{stg,max}}$ or 125 °C (which is higher); – dwell time 1 h at 25 °C $\pm$ 2 °C; – dwell time 2 h at 0 °C $\pm$ 2 °C; – dwell time 1 h at 25 °C $\pm$ 2 °C. Voltage: 500 V RMS/50 Hz applied during complete test Cycles: 10
Input safety test	At limiting safety values: samples with power transmission shall allow maximum transmission power to be directly applied to the isolation barrier $T_{\text{amb}} = T_{\text{S}}$, duration = 72 h

5.5.5.4.2 Final measurements for subgroup 2

Apparent charge, method a	Basic insulation $V_{\text{pd(m)}} = 1,2 \times V_{\text{IORM}}$ Reinforced insulation $V_{\text{pd(m)}} = 1,2 \times V_{\text{IORM}}$ $V_{\text{ini,a}} = V_{\text{IOTM}}$ $q_{\text{pd}} \leq 5 \text{ pC}$
Isolation resistance	$V_{\text{IO}} = 500 \text{ V DC}$, $T_{\text{amb}} = 25 \text{ °C}$, $R_{\text{IO}} \geq 10^9 \Omega$, $t = 1 \text{ min}$

5.5.5.5 Subgroup 3: 15 samples**5.5.5.5.1 Tests or examination**

Preconditioning	See 5.5.5.2
Temperature change test	See 5.5.5.4.1
Output safety test	At limiting safety values Max. output current or max. output power dissipation $T_{\text{amb}} = T_{\text{S}}$, duration = 72 h

5.5.5.5.2 Final measurements for subgroup 3

See 5.5.5.4.2.

5.5.5.6 Subgroup 4: 40 sample**Examinations**

Isolation resistance at	a) $T_{\text{amb,max}}$ (min. 100 °C), $V_{\text{IO}} = 500 \text{ V DC}$, $R_{\text{IO}} \geq 10^{11} \Omega$, $t = 1 \text{ min}$ b) T_{S} , $V_{\text{IO}} = 500 \text{ V DC}$, $R_{\text{IO}} \geq 10^9 \Omega$, $t = 1 \text{ min}$
-------------------------	---

5.5.5.7 Subgroup 5: 10 samples

Examinations

External clearance	See IEC 60664-1:2007
External creepage distance	See IEC 60664-1:2007
Flammability test	See IEC 60695-11-5:2016
(type test only)	Time of application of the test flame, $t = 10$ s, after burning time: $t \leq 30$ s

5.5.5.8 End of life test

5.5.5.8.1 General

Coupler lifetime under voltage stress has several independent degradation mechanisms: surface tracking, mold compound thermal degradation and primary insulation wear out. 5.5.5.8 will determine the maximum working voltage based on primary insulation degradation under voltage stress, and use that data to verify the isolation capabilities of the part under transient voltage stress at predicted end of life. Lifetime limitations of the packaging and mold compound are addressed in 5.5.5.9. In addition, the partial discharge measurements apply.

Expected lifetime, failure rates and test margins are specified based on the insulation grade "basic" or "reinforced". Maximum rated repetitive peak isolation voltage (V_{IORM}) can be determined through accelerated life testing to determine the voltage dependent time to failure at several test conditions. These data are applied to accepted models of voltage dependent degradation to extrapolate to the required lifetime and the required probability of failure. Additional margin factors are applied as specified.

End of lifetime verification shall be done by manufacturers. Supporting data and signed documentation shall be provided to test houses to prove these safety requirements are met.

5.5.5.8.2 Subgroup 6: 432 samples – End of life test/ V_{IORM}

Maximum rated repetitive peak isolation voltage (V_{IORM}) will be determined based on identified lifetime and insulation grade. It will be measured with the introduction of a new coupler which differs from already tested couplers in one or more criteria given in 5.5.5.8.6.

5.5.5.8.3 Subgroup 7: 20 samples – End of life test/ V_{IOTM}

Select a test condition from the 1 ppm¹ lifetime curve, determined in 5.5.5.8.4, within the interpolated span of the data as shown in Figure 4. Apply the selected stress voltage, under the same ambient conditions as the lifetime data was gathered, for 80 % of the predicted lifetime.

Example:

Select $V_{\text{stress}} = 1\,000$ V; $T_{\text{op}} = 100$ °C to determine the predicted lifetime of 1 500 h.

Apply the same ambient and voltage stress conditions for 1 200 h ($1\,500 \text{ h} \times 0,8$). Components in test shall show no failure during preconditioning and subsequent isolation test.

¹ ppm = parts per million

Subgroup 7 parts shall not be taken from subgroup 6.

Transient test: after preconditioning, a 50/60 Hz sine wave with $V_{\text{peak}} = V_{\text{IOTM}}$ is applied for 10 s.

Pass criteria

Isolation resistance $V_{\text{IO}} = 500 \text{ V DC}$, $T_{\text{amb}} = 25 \text{ °C}$, $R_{\text{IO}} \geq 10^9 \Omega$, $t = 1 \text{ min}$

5.5.5.8.4 Manufacturer data collection for End of life test/ V_{IORM}

NOTE See IEC 62539:2007 and IEC 61649:2008 for right or single censoring.

Failure criteria: isolation breakdown occurring either at the couplers rated transient voltage V_{IOTM} or its maximum rated repetitive peak isolation voltage V_{IORM} applying the defined wear out safety factors. Failure point reached when insulation resistance has decreased below 2 M Ω at 500 V DC for basic insulation, 4 M Ω at 500 V DC for reinforced insulation (see IEC 62368-1:2018).

This procedure tests components to failure per the failure criterion. Time to failure data is analyzed per IEC 62539:2007 to determine the time to failure probability line and confidence interval for each data set. Multiple data sets are acquired at conditions specified below to ensure adequate sample size, span of test voltages and consistent extrapolation interval. Degradation models for the two primary insulation materials SiO_2 and polymer are specified in 3.38. Applying the data to the degradation model allows the best possible curve fit and reliable extrapolation of the lifetime to determine the reference working voltage (V_{REF}) for the insulation grade required.

The specified failure rate over the rated lifetime is 1 000 ppm for basic insulation, and 1 ppm for reinforced insulation. This is in keeping with the concept that reinforced insulation is equivalent to 2 instances of basic insulation in series. Two test margin factors are applied on top of this requirement. One is a required lifetime margin factor of 1,2 $\times$ for basic, and 1,5 $\times$ for reinforced. The second is a 20 % margin factor applied to the reference working voltage (V_{REF}) to reduce the final maximum working voltage.

Accelerated stress test conditions may exceed above defined test criteria.

The electric strength is influenced by the frequency of the applied voltage, so test data at 50Hz/60Hz may not be applicable to use condition. The influence of frequencies greater than 30 kHz on the electric strength is described in IEC 60664-4:2005, Clause 6.

Lifetime safety factor	Lifetime rated value 20 years	
	For basic insulation:	equivalent 24 years (factor 1,2)
	For reinforced insulation:	equivalent 30 years (factor 1,5)
Working voltage safety factor at applicable lifetime	For basic insulation:	$F_{\text{LT}} = 1,2$
	For reinforced insulation:	$F_{\text{LT}} = 1,2$
	Extrapolated lifetime voltage:	$V_{\text{IORM}} = V_{\text{REF}}/F_{\text{LT}}$
Model	See IEC 62539:2007	
	For SiO_2 isolators:	see 3.38.1
	For thin film polymer isolators:	see 3.38.2

Accumulated failure rate over rated lifetime (20 years)	For basic insulation:	FROL $\leq$ 1 000 ppm
	For reinforced insulation:	FROL $\leq$ 1 ppm
Test voltage frequency	Frequency of applied test voltage – sinusoidal with 0 V mean voltage shall be used:	50/60 Hz
	Maximum operating temperature as specified in datasheet:	-

The method of data acquisition and analysis requires the following sample size and applied testing time to support statistical interpolation of lifetime. It also determines a consistent extrapolation interval for a high confidence prediction of insulation lifetime in the extrapolation interval (see Figure 4 and Figure 5). These data points are used to determine V_{IORM} .

For samples and applied method to calculate life time, the following criteria should be met.

- 1) All samples shall be preconditioned per 5.5.5.2.
- 2) All samples shall pass routine test according 5.5.2.
- 3) For the determination of the V_{IORM} levels including safety factors, a minimum of three voltage stress points per specified temperature as stated below shall be taken as basis:
 - maximum operating temperature: minimum of 16 parts per lot, 3 lots total;
 - room temperature: minimum of 32 parts per lot, 3 lots total;
 - in total, 432 samples (288 at room temperature, 144 at high temperature).
- 4) The smallest to the largest mean-time-to-failure value at the three chosen voltage stress points used for the extrapolation shall span 2 orders of magnitude.
- 5) The lowest test voltage shall yield a t_{63} point $>$ ten million seconds ($1E7$ s). This is demonstrated by testing to $1E7$ s and observing failures in < 63 % of devices at that voltage.

Determination of 1 ppm and 1 000 ppm time to failure based on the lowest voltage requires failures in the greater of either 10 samples or 30 % of the tested sample size. Standard statistical analysis can be performed if sufficient data is gathered. An exception for the purposes of this document is when no failure is found after $1E7$ s. The test can be stopped and the worst-case slope of the higher voltage (shorter duration) data sets, Weibull or log normal distribution, shall be applied with an assumed failure probability of $1/n$, where n is the sample size.

If the t_{63} point is below ten million seconds ($1E7$ s), stress shall continue until a minimum of 63 % devices have failed.

- 6) When extrapolating lifetime, the line of maximum likelihood (best fitting line) of the model curve fit shall be used for a working voltage prediction.
- 7) The slope of extrapolation can only be referenced to existing data sets of true failures.
- 8) Extrapolation over time shall follow the dependencies given for:
 - SiO_2 isolators (see 3.38.1);
 - thin film polymer isolators (see 3.38.2).
- 9) Censored data point shall be shared with test house.
- 10) Any early failures shall be verified to not be insulation material degradation related failures.

The procedure for data analysis is illustrated in Figure 3, and Figure 4 and Figure 5. This can be used as a general procedure to analyze insulation lifetime under different test conditions not mentioned in this document.

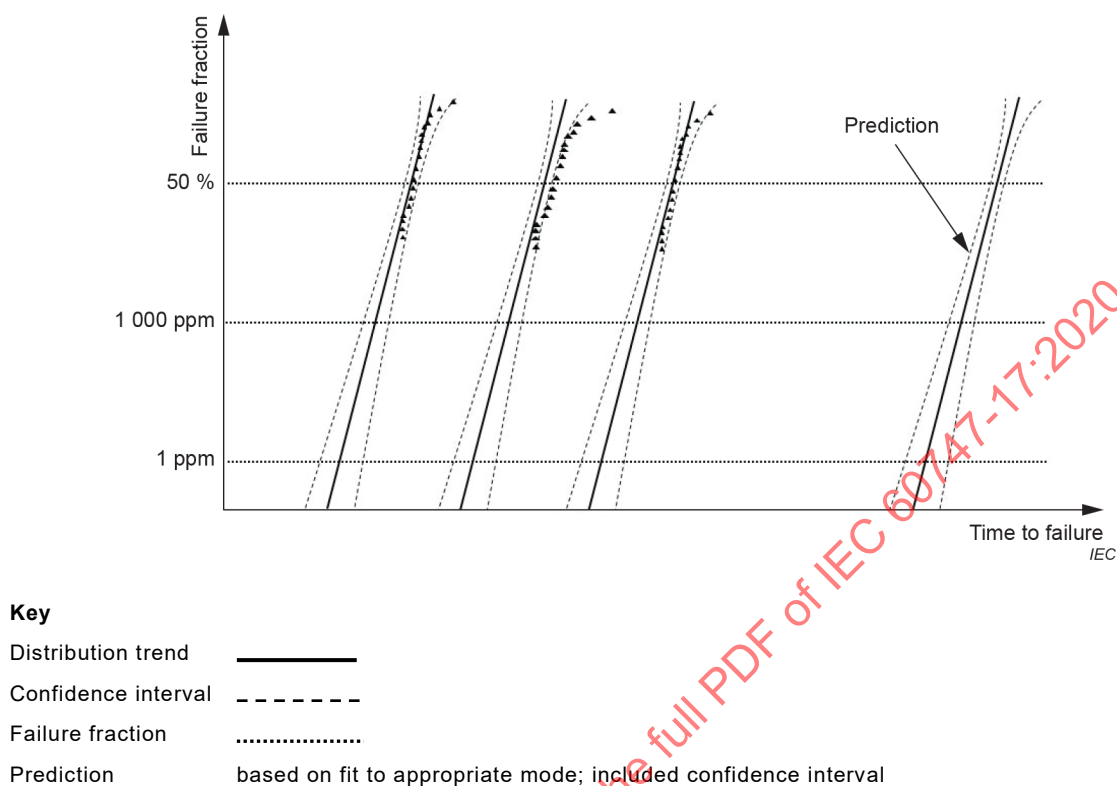


Figure 3 – Determination of time to failure (referring to method in 5.5.5.8)

Cumulative failures at a test voltage are analyzed using the procedures of IEC 62539:2007. Several commercial software packages are available to assist with generation of probability plots and estimates of confidence interval; however, the user is accountable for the accuracy of results. Time to failure at the failure rates required can be extracted from this plot.

Failure rate (ppm) as defined in 5.5.5.8.4, will depend on desired basic or reinforced isolation rating.

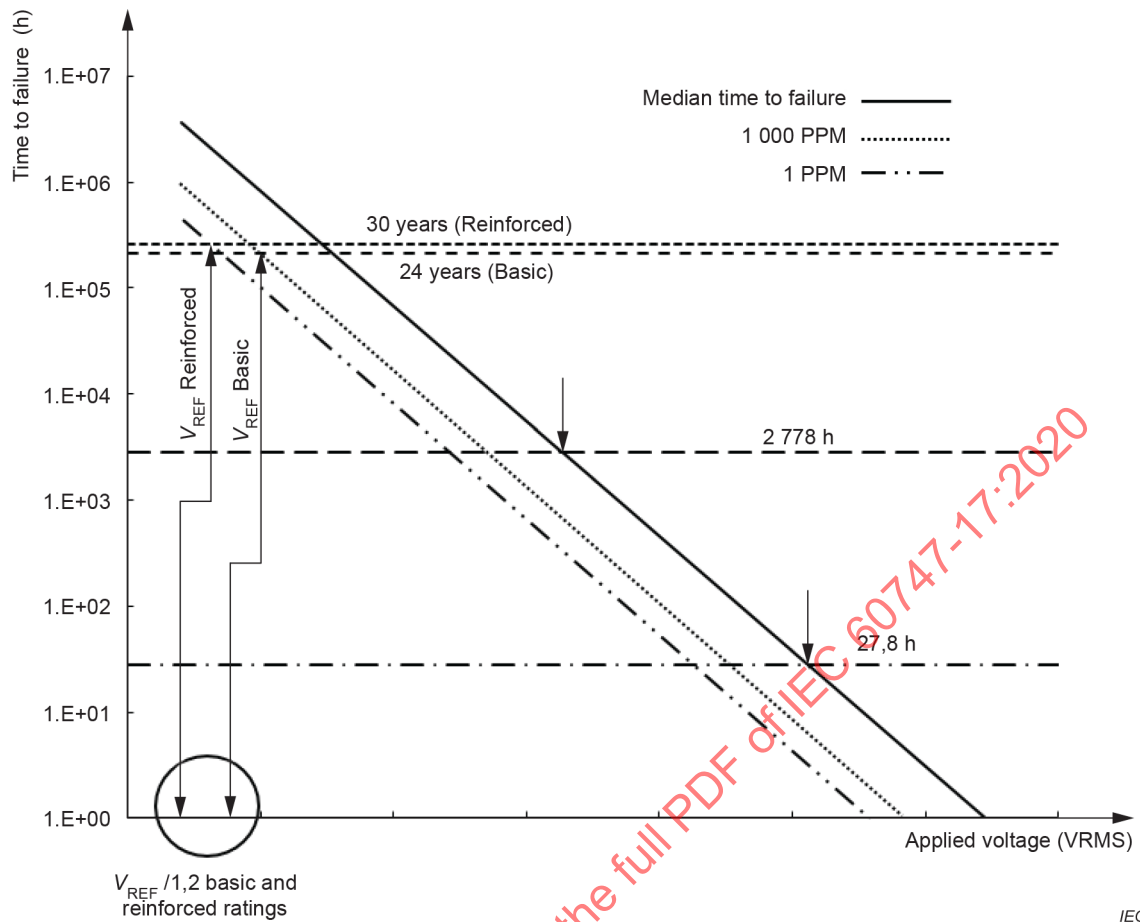


Figure 4 – Determination of working voltage (referring to method in 5.5.5.8 for exponential model)

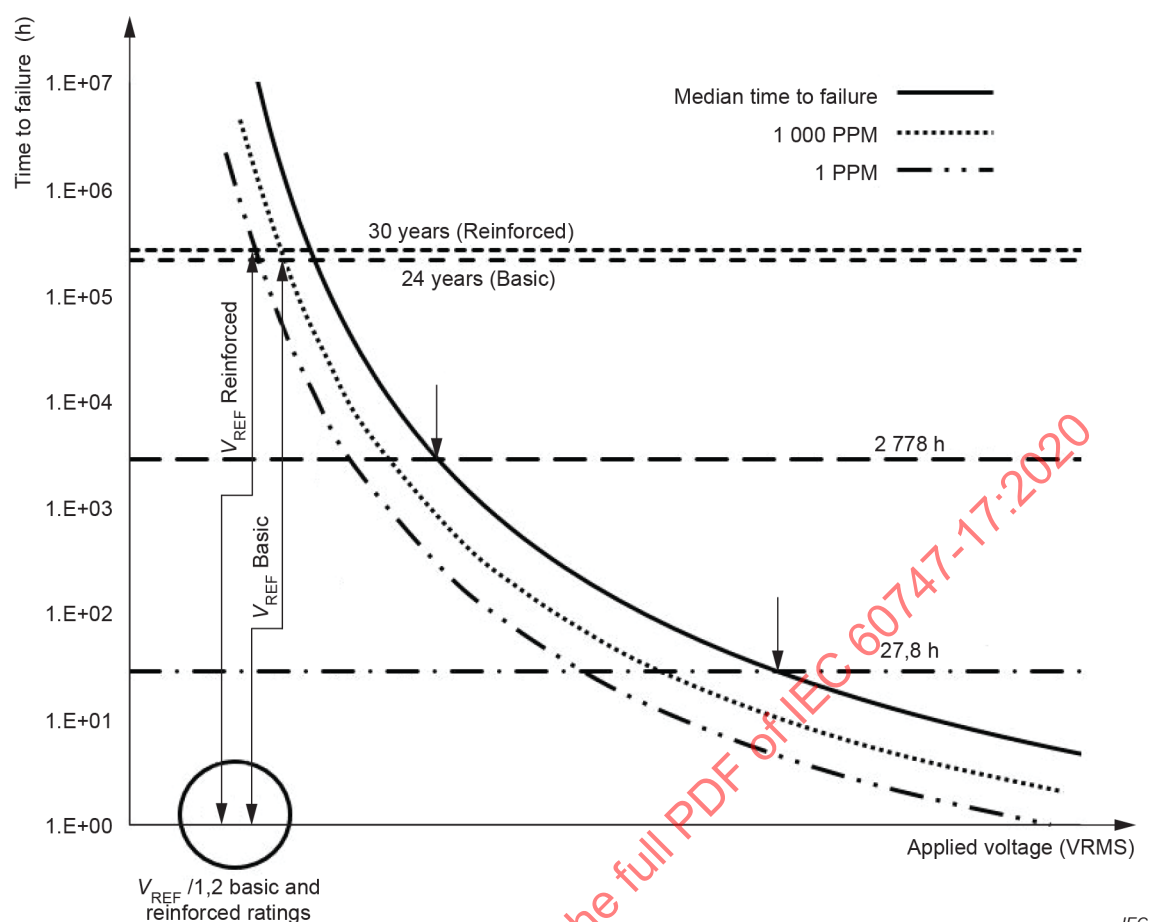


Figure 5 – Determination of working voltage (referring to method in 5.5.5.8 for non-linear model)

5.5.5.8.5 Analysis of Figure 4 and Figure 5 and determination of working voltage

Time to failure at accelerated test voltage is determined through the analysis presented in Figure 3. The appropriate material degradation model is applied to each ppm level data set in the interpolation region, and the best fit curve is determined – Figure 4 is an example related to the SiO_2 model results and Figure 5 is an example related to polyamide and non-linear results. This curve is used to extrapolate the lifetime to the required insulation grade in the extrapolation region. A reference (V_{REF}) voltage can be determined for basic and reinforced requirements. The maximum working voltage for each will be $V_{\text{REF}}/F_{\text{LT}}$.

5.5.5.8.6 Certification by similarity

If new devices are similar in materials and construction to previously certified devices, parts may be certified based on data from those devices. The applicability of data from a certified device is determined by the testing agency.

Packaging (examples: mold compound, lead frame, gels, material bonding, and structural laminate, internal metallization) is certified through type tests in 5.5.5, subgroup 1 through 5. These tests verify lifetime and reliability of packaging materials and structures. Data from previously certified packaging is allowed if materials are identical and lead frame and package geometry result in the same or lower e-fields in the new device. The certifying agency will determine which testing from subgroups 1 through 5 shall be repeated and which existing data can be applied to the new product.

Thin film polymer and polymer composite insulation in the primary transmission path (examples: coupling capacitor and transformer insulation, including SiO₂, polyimide and polymer laminates) is certified through type tests in 5.5.5, subgroups 6 and 7. These verify the lifetime of the materials at working voltage and over temperature. Certification based on data from previously certified coupling elements and structures is allowed if materials are identical and the geometry of these structures leads to the same or lower e-fields. It is recommended that the manufacturer verify that changes do not adversely affect lifetime by the procedure presented in Annex A. Data supporting a manufacturer's evaluation can be reviewed by the certification agency if requested.

Further guidance can be found in Annex A.

5.5.5.9 Testing of insulating materials

5.5.5.9.1 Tracking resistance

The insulating materials employed and their tracking resistance are important factors in determining the rated insulation voltage for couplers. For evaluation of insulating materials and determination of the comparative tracking index (CTI), IEC 60112:2003 shall be used.

Requirement: CTI ≥ 175

5.5.5.9.2 Limit temperature of insulating materials

The limit temperature of mold materials is determined in accordance with IEC 60216-1:2013 and IEC 60216-2:2005.

When the component can be operated or stored above the T_g of the mold compound, thermal index of the breakdown voltage shall be greater than the maximum storage temperature $T_{stg,max}$ or the rated junction temperature, whichever is higher, when evaluated in the temperature range above T_g .

5.5.5.9.3 Ceramic materials

In case ceramic materials are used, IEC 60672-2:1999 is applicable.

5.5.5.10 Marking, labels, information in datasheets

5.5.5.10.1 General

If it is not possible, for reasons of space, to accommodate the data in accordance with 5.5.5.10.2 on the component, the data may be given on the packing. The component shall, however, incorporate at least a mark showing type of coupler and manufacturing datecode, which gives a clear reference to the datasheet.

5.5.5.10.2 Data on the coupler

The following data shall be applied in a durable manner to the coupler, in the priority shown:

- 1) type identification which gives a clear reference to the datasheet;
- 2) manufacturer's mark;
- 3) terminal markings;
- 4) date code.

5.5.5.10.3 Information in datasheets

The datasheet shall include the following information:

- ratings (see 5.3);
- electrical safety requirements (see 5.4);
- electrical characteristics;
- properties of the package (sealing, MSL);
- terminal arrangement (pin-out);
- datasheet imprint:
 - in the case of reinforced insulation approval:

"This coupler is suitable for "safe electrical insulation" only within the safety ratings. Compliance with the safety ratings shall be ensured by means of suitable protective circuits."
 - in the case of basic insulation approval:

"This coupler is suitable for "basic electrical insulation" only within the maximum operating ratings. Compliance with the safety ratings shall be ensured by means of suitable protective circuits."

6 Measuring methods for couplers

6.1 General

Measurement methods for couplers are based on couplers with logical output. However, for couplers with non-logical output, the CMTI failure criteria shall be specified by the manufacturer.

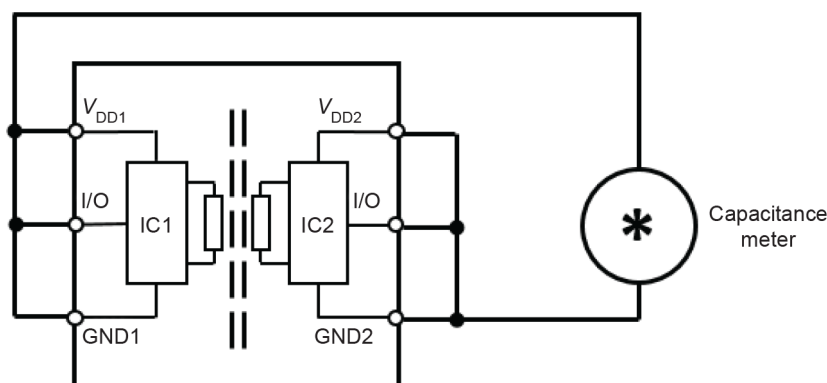
6.2 Isolation capacitance (C_{IO})

6.2.1 Purpose

To measure the isolation capacitance between the input and output terminals of a coupler under specified conditions.

6.2.2 Circuit diagram

Figure 6 shows an isolation capacitance measurement circuit.



IEC

Key

V_{DD1} , V_{DD2}	supply voltages
IC1, IC2	internal ICs of coupler with defined input and output pins (I/O)
GND1, GND2	ground references
capacitance meter	meter to measure capacitance

Figure 6 – Isolation capacitance measurement circuit

6.2.3 Measurement procedure

The side 1 terminals as well as the side 2 terminals of the coupler are connected together forming a two-terminal device. The capacitance between side 1 and side 2 is measured at a frequency of 1 MHz (unless otherwise specified) using a suitable capacitance meter.

6.2.4 Precautions to be observed

Allowances should be made for the stray capacitance of the test fixture and the leads.

6.2.5 Special conditions

- Ambient temperature.
- Measurement frequency, if different from 1 MHz.
- Measurement voltage.

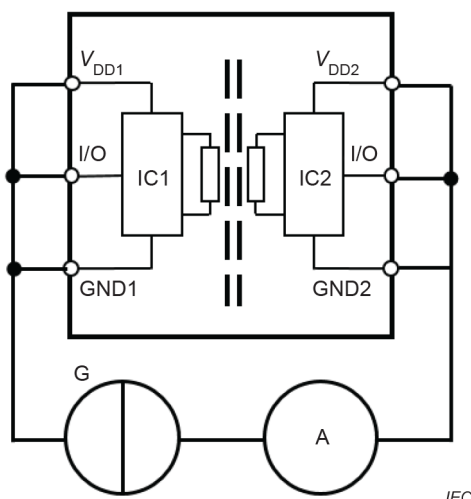
6.3 Isolation resistance between input and output, R_{IO}

6.3.1 Purpose

To measure the isolation resistance between the input and output terminals of a coupler when subjected to DC voltage under specified conditions.

6.3.2 Circuit diagram

Figure 7 shows an isolation resistance measurement circuit

**Key**

V_{DD1} , V_{DD2} supply Voltages

IC1, IC2 internal ICs of coupler with defined input and output pins (I/O)

GND1, GND2 ground references

G pulse generator

A ammeter

Figure 7 – Isolation resistance measurement circuit

6.3.3 Precautions to be observed

Allowances should be made for leakage current of the test fixture and the leads.

6.3.4 Measurement procedure

Side 1 terminals as well as side 2 terminals are connected together forming a two-terminal device. The specified measurement voltage between side 1 and side 2 terminals is applied for 60 s. The isolation resistance is calculated as voltage/current.

6.3.5 Special conditions

- Ambient temperature.
- Measurement voltage.
- Time after which the measurement is performed, if different from 60 s.

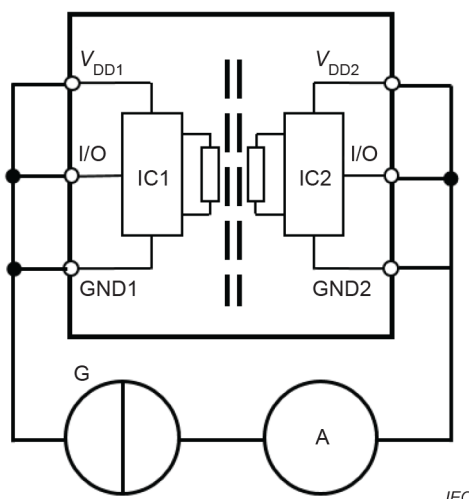
6.4 Isolation test

6.4.1 Purpose

To verify the ability of the device to withstand the isolation test voltage (V_{IOTM} , V_{IORM} , V_{ISO}) under specified conditions.

6.4.2 Circuit diagram

Figure 8 shows an isolation voltage measurement circuit.



Key

V_{DD1} , V_{DD2} supply voltages

IC1, IC2 internal ICs of coupler with defined input and output pins (I/O)

GND1, GND2 ground references

G pulse generator

A ammeter

Figure 8 – Isolation voltage measurement circuit

6.4.3 Test procedure

The test should be carried out under the standard atmospheric conditions of 4.3 of IEC 60068-1:2013. If high V_{IOTM} voltages shall be applied for specific testing without sufficient clearance provided by the package, the atmospheric conditions may be changed in such a way that no sparking across the package occurs, for example by additional air pressure or isolation oil.

The device is inserted into the test socket. Side 1 terminals, as well as side 2 terminals, are connected together forming a two-terminal device.

The AC test voltage or equivalent DC test voltage is increased from 0 V to the specified value.

If isolation and partial discharge testing are performed combined as described in Figure 1, method 2b, the test voltage shall be AC.

The voltage is maintained for:

- routine test: partial discharge test according 6.5.6 and method b with $V_{ini,b}$ at ≥ 120 % of V_{IOTM} for 1 s;
- type test for 1 min at V_{IOTM}

6.4.4 Requirements

External or internal flash-over shall not occur during the test.

The device shall pass the post-test measurements.

The device shall pass the final measurements specified for subgroup 2.

6.5 Partial discharges of coupler

6.5.1 Purpose

To verify the performance of solid insulation between input and output of a coupler by measuring the partial discharge level under specified conditions.

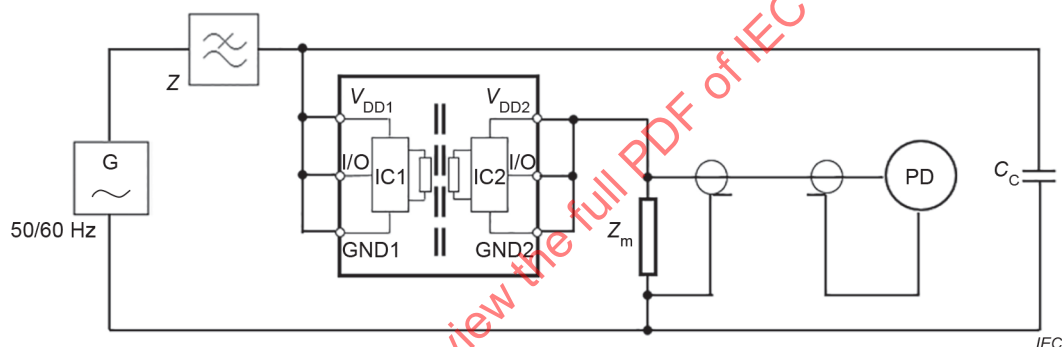
This test is non-destructive.

NOTE For the definition of partial discharge, see 3.1 of IEC 60270:2000. It is, within the terms of this document, an electric discharge that only partially bridges the insulation between conductors. Such discharges can occur adjacent to a conductor.

Partial discharges in gases around a conductor are sometimes referred to as "corona discharge". This term shall not be applied to other forms of partial discharges. The general term "ionization" shall not be used to denote the particular case of partial discharges.

6.5.2 Circuit diagram

Figure 9 shows a partial discharge measurement circuit.



Key

- C_C coupling capacitor bypassing partial discharge current
- Z_m measuring circuit consisting of the measuring impedance, the connecting lead, the surge limiting device and the measuring instrument
- PD partial discharge measuring instrument
- Z low-pass filter to reduce interference from the source
- G AC voltage generator

Figure 9 – Partial discharge test circuit

6.5.3 Description of Figure 9 test circuit and requirements

NOTE See also 6.5.7, Note 1, Note 2 and Note 3.

1) Equipment characteristics

The peak value of the test voltage shall be measured. An RMS measuring instrument may be used provided the distortion of the sine wave of the test voltage is less than 5 %. The bandwidth of the partial discharge measuring equipment shall be less than 15 kHz. The centre frequency shall be between 150 kHz and 2 MHz. The resonance frequency of the test circuit shall be at least three times the centre frequency used.

2) Coupling capacitor

The coupling capacitor shall be of a low-inductance design and shall not exhibit any partial discharges at the test voltage.

- 1) The calibration shall be repeated every day and for each device with a different design. The pulse generator is adjusted so that the output pulse represents a charge of 5 pC.
- 2) The pulse of the calibration generator shall have a rise time of less than 50 ns. The delay time shall be between 100 μ s and 1 000 μ s.
- 3) The reading of the instrument should be at least half of full scale.
- 4) The pulse generator shall be removed before energizing the test circuit.
- 5) The test voltage is set to the highest applicable level relevant to the device under test.
- 6) The measuring instrument shall enable the reading below. For this verification of the test circuit noise level, the DUT shall be free of partial discharge.

6.5.6 Test methods

The partial discharge basic noise level value may not be subtracted from the partial discharge value of a specimen. The partial discharge magnitude q_{pd} is the instantaneous maximum read out value during the partial discharge measuring time interval t_m .

See 3.33 for time intervals and test voltages for test method a, test method b1 and test method b2.

The apparent partial discharge magnitude q_{pd} of 5 pC was found to be a practicable criterion for couplers. Otherwise, it shall be defined on each individual device design.

The safety factor F shall be applied as shown in Table 5 below.

Table 5 – Safety factor F

For basic insulation:	
At routine test stage and initial measurement of the type test:	$F = 1,5$
At sample test stage and after life tests, subgroup 1:	$F = 1,3$
After endurance tests, subgroups 2 and 3:	$F = 1,2$
For reinforced insulation:	
At routine test stage and initial measurement of the type test:	$F = 1,875$
At sample test stage and after life tests, subgroup 1:	$F = 1,6$
After endurance tests, subgroups 2 and 3:	$F = 1,2$

Method a – see Figure 1, method a

A voltage well below the expected inception value is applied to the test object and gradually increased to the specified value V_{ini} at which partial discharge is allowed. The initial test voltage is maintained for the specified time (t_{ini}).

Thereafter, the test voltage (V_t) is reduced to the value of the partial discharge measurement voltage ($V_{pd(m)}$).

The test voltage ($V_{pd(m)}$) is maintained for a specified time (t_{st}) and during this time the partial discharge magnitude is measured in a given time interval (t_m).

$$V_{ini,a} = V_{IOTM}, V_{pd(m)} = F \times V_{IORM}$$

Method b – See Figure 1, method b1 and b2

The partial discharge test voltage (V_t) is applied. This voltage is maintained for a specified time (t_{st}) and during this time the partial discharge magnitude is measured in a given time interval (t_m).

$$V_{ini,b} = 1,2 \times V_{IOTM}, V_{pd(m)} \geq F \times V_{IORM}$$

6.5.7 Specified conditions

Table 6 shows required conditions specified for partial discharge testing.

Table 6 – Specified conditions for method a and method b

Parameter	Method a	Method b
Initial time, t_{ini}	x	x
Initial voltage, V_{IOTM}	x	x
Partial discharge test voltage, V_m ; $V_m = F \times V_{IORM}$	x	x
Partial discharge measuring time, t_m	x	x
Stress time, t_{st}	x	x
Settling time, t_1, t_2, t_3, t_4	x	x
Ambient temperature, T_{amb}	x	x

NOTE 1 Partial discharges in the test object cause charge transfer in the test circuit giving rise to current pulses through the measuring impedance. This impedance, in combination with the test object and coupling capacitor, determines the duration and shape of the measured voltages pulses. These pulses are further shaped and amplified in order to supply to a measuring instrument a value proportional to the apparent charge quantity.

NOTE 2 The measuring impedance usually acts as a four terminal network with a frequency response chosen to prevent the test supply frequency from reaching the instrument. This can be achieved in the case of a resistive impedance by connecting an inductor in parallel with the resistor, or by connecting a capacitor in series between the measuring resistor and the connecting lead to the instrument. The measuring impedance can consist of a resistor, a resistor in parallel with a capacitor, a tuned circuit or a more complex filter design.

NOTE 3 Instruments for the measurement of apparent charges q : the current pulses due to partial discharges produce a signal at the terminals of the measuring impedance. For short-duration current pulses, the signal produced is a voltage pulse whose peak value is proportional to the apparent charge of the coupler under test (see IEC 60270:2000, 3.2).

The individual pulses shall be displayed on an oscilloscope and the magnitude of the apparent charge can be determined by calibration. The pulses shall be displayed on a linear time-base which is triggered, for example, by the discharge pulse or by the test voltage.

The oscillogram assists in distinguishing between different types of partial discharges and between the discharges to be measured and extraneous disturbances. The magnitude of the apparent charge which is measured during an actual test is generally understood to be that associated with the largest repeatedly occurring pulse.

6.5.8 Test voltage conditions

The initial test voltage is the same or higher than the test voltage in the second part of the test period in which partial discharge characteristics are measured (see 3.33).

For the method according to Figure 1, method b1 and method b2, the specified value for the initial test voltage is equal to the specified value of the rated transient isolation voltage $\geq 120\%$ of V_{IOTM} .

Partial discharge testing and isolation test shall be performed using an AC voltage. The equivalent RMS value of an AC test voltage may also be used.

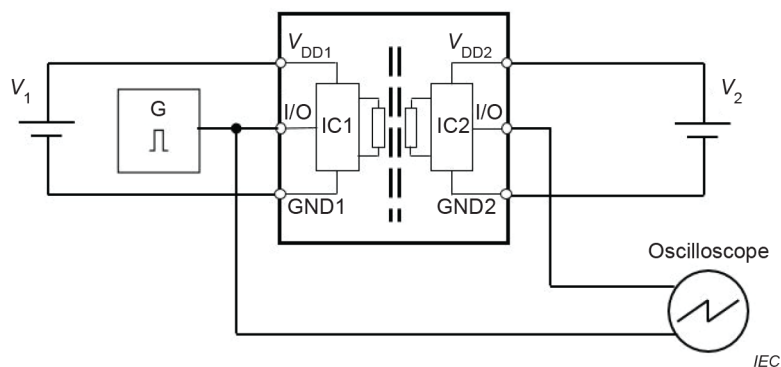
6.6 Switching times of couplers

6.6.1 Purpose

To measure the turn-on and the turn-off times of a coupler under specified conditions.

6.6.2 Circuit diagram

Figure 11 shows a switching time test circuit.

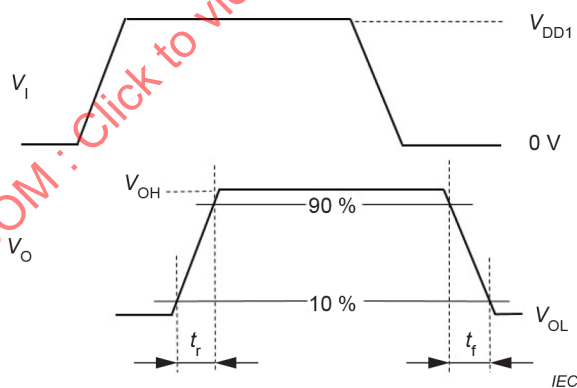
**Key**

- G pulse generator
 V_{DD1} , V_{DD2} supply voltage source (V_{DD})
 V_1 , V_2 supply voltage source (V_{DD1} , V_{DD2})

Figure 11 – Switching time test circuit**6.6.3 Measurement procedure**

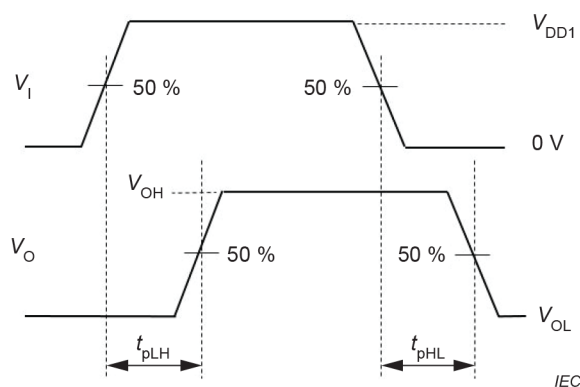
The supply voltages V_1 and V_2 are applied to the input and to the output circuit supply pins of the device under test. Pulses delivered by generator G are applied to the input of the device; the magnitude of the pulses is increased until the specified input current or specified input voltage value is reached.

The switching times are determined by observing the oscilloscope traces (see Figure 12 and Figure 13).

**Key**

- V_{DD1} supply voltages
 V_1 input voltage
 V_O output voltage
 V_{OL} logic low output voltage
 V_{OH} logic high output voltage
 t_r rise time
 t_f fall time

Figure 12 – Transition time waveform measurement



Key

V_{DD1}	supply voltage
V_I	input voltage
V_O	output voltage
V_{OL}	logic low output voltage
V_{OH}	logic high output voltage
t_{pLH}	low-to-high propagation delay time
t_{pHL}	high-to-low propagation delay time

Figure 13 – Propagation delay time waveform measurement

6.6.4 Specified conditions

- Ambient temperature.
- Input or output current (where appropriate).
- Output circuit supply voltage.
- Pulse width and duty cycle where appropriate.

6.7 Measuring methods of common-mode transient immunity (CMTI) for magnetic and capacitive couplers

6.7.1 Purpose

To measure the common-mode transient immunity (CMTI) of a coupler in both static and dynamic operation, under specified common-mode pulse magnitude (V_{CM}) and specified slew rate of the common-mode pulse (dV_{CM}/dt) and other specified test or ambient conditions.

For all tests performed in 6.6 or 6.7, in cases where digital signals of the coupler are not available, the manufacturer shall provide adequate alternative datasheet specification to comply with the intention of 6.7.

CMTI shall be tested between all inputs and their corresponding outputs.

6.7.2 Circuit diagram

6.7.2.1 Overview

Figure 14 shows a static versus dynamic data source signal V_I and Figure 15 a CMTI test set-up for both static and dynamic operation.

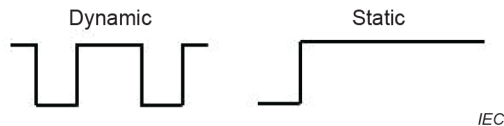
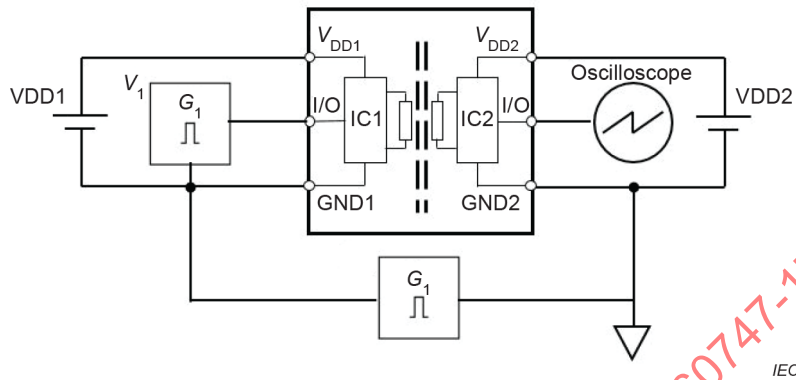


Figure 14 – Static versus dynamic data source signal VI



Key

- V_{DD1} input supply voltage
- V_{DD2} output supply voltage
- V_1 input voltage
- V_{out} output voltage
- G_1 pulse generator

Figure 15 – Common-mode transient immunity (CMTI) test setup for both static and dynamic testing

6.7.2.2 Circuit description and requirements

- 1) V_{DD1} equals the supply value on the signal side 1. V_{DD2} equals the supply value on side 2. Side 1 and side 2 are test dependant and can vary.
- 2) V_{out} = output voltage.
- 3) V_{in} = input voltage to switch the output voltage logic high (V_{OH}) or logic low (V_{OL}).
- 4) For static testing, the input shall be driven logic high and logic low as shown in Figure 11.
- 5) For dynamic testing, the data input transition shall have a controllable time relationship to the common-mode transient slew rate such that all combinations of data transition and slew rate polarity can be evaluated.
- 6) The common-mode pulse generator (G_1) will be capable of providing variable fast rise and fall pulses of specified absolute magnitude $|V_{CM}|$ and duration of the common mode pulse (V_{CM}), such that the maximum allowed common-mode slew rates (dV_{CM}/dt) can be applied to the coupler under measurement per manufacturer's data sheet specifications. The common-mode pulse is applied between side 1 ground and side 2 ground of the coupler, and shall be of both positive transients as well as negative transients.

6.7.3 Precautions to be observed

To obtain accurate CMTI test results, it is essential to observe the following.

- 1) The test board or test fixture shall be free of stray capacitive traces or coupling.

- 2) The peak value of the common-mode pulse should not exceed the maximum peak transient voltage V_{IOTM} rating of the coupler. This is to avoid destructive common mode testing.
- 3) The common mode slew rate $|dV_{CM}/dt|$ and the magnitude of the common mode pulse V_{CM} is at the discretion of the manufacturer and conditions will be stated in the datasheet. During dynamic testing, the timing and value of the slew rate compared to input transitions or internal signal path functions, such as DC refresh, shall be varied to provide adequate test coverage. The common-mode transient immunity is measured at the manufacturer's specified test operating conditions of the coupler in line with conditions stated in 6.7.5.
- 4) The power supply on each side of the coupler should be bypassed with a capacitor such that any power supply noise does not interfere with the common-mode test measurements. An appropriately specified capacitor should be connected as close as possible to the supply voltage pin and ground pin on the second side of the coupler.
- 5) To ensure stable test input conditions, the input driver should be low impedance.
- 6) A complete common mode noise specification such as CMTI specification consists of both the applied maximum magnitude of the common mode pulse $|V_{CM}|$ and the guaranteed noise slew rate $|dV_{CM}/dt|$. Manufacturer's must indicate both of these parameters, the applied $|dV_{CM}|$ and applied slew rate $|dV_{CM}/dt|$ in their CMTI specification in their respective data sheets.
- 7) Couplers may display an asymptotic response of the noise rejection capability $|dV_{CM}/dt|$ versus the common mode voltage $|V_{CM}|$. This is because it is empirically found that the couplers show:

$$|dV_{CM}/dt| \times |V_{CM}| = \text{constant}.$$

Therefore, the common mode voltage $|V_{CM}|$ where the $|dV_{CM}/dt|$ is measured at is a figure of merit for noise rejection performance. A higher $|dV_{CM}/dt|$ capability at a higher common mode voltage $|V_{CM}|$ indicates a superior common mode noise rejection capability versus a higher $|dV_{CM}/dt|$ capability at a lower measured $|V_{CM}|$. See Figure 16 on common mode response of couplers.
- 8) Manufacturers at their discretion can perform either a static CMTI test or a dynamic CMTI test or both. The data sheet will clearly specify which type of CMTI test has been performed by the manufacturer.

6.7.4 Static CMTI measuring procedure

- 1) The temperature is set to a specified value.
- 2) The common-mode pulse generator (G_1) is set to the peak value specified by the common-mode pulse amplitude ($|V_{CM}|$). V_{CM} can be applied around 0 V or referenced to 0 V (from 0 V to V_{CM}). The V_{CM} pulse applied shall have the full magnitude as specified in the data sheet, and shall be tested for both the positive full magnitude (rising V_{CM}) and negative full magnitude (falling V_{CM}). The absolute value of the full V_{CM} shall be applied for both the rising and falling edges of the common mode magnitude pulse V_{CM} .
- 3) The slew rate of the common-mode pulse (dV_{CM}/dt) is set to the value for which the coupler is designed to work. The slew rate of the common-mode pulse is calculated from the time it takes the common-mode pulse to transition from 20 % to 80 % of the final common-mode pulse ($|V_{CM}|$) as in Figure 16.
- 4) A battery biases the V_{DD} on side 1 of the coupler, so that the input bias current or voltage to the coupler rides on top of the applied common mode pulse voltage ($|V_{CM}|$).
- 5) Side 2 of the coupler shall be connected to a specified load $X_{LOAD} (R_L, C_L)$, if an $X_{LOAD} (R_L, C_L)$ is required, and this needs to be explicitly indicated in the manufacturer's data sheet.

- 6) The coupler is powered by specified power supplies (V_{DD1} side 1 battery, V_{DD2} side 2 power supply).
- 7) Couplers are measured for CMTI for any change of each of the specified output states of the device at logic high (V_{OH}) and logic low (V_{OL}). Any change in the output magnitude beyond the minimum specified V_{OH} or the maximum specified V_{OL} will be construed as a failure.
- 8) ICM_{HI} is the maximum slew rate of a common-mode voltage (V_{CM}) at which the output of the coupler (V_{OH}) remains at the specified logic-high level.
- 9) ICM_{LI} is the maximum slew rate of the common-mode voltage (V_{CM}) at which the output of the coupler (V_{OL}) remains at the specified logic-low level.
- 10) V_{CM} can be applied around 0 V (from $+V_{CM}/2$ to $-V_{CM}/2$ or referenced to 0 V (from 0 to V_{CM}).

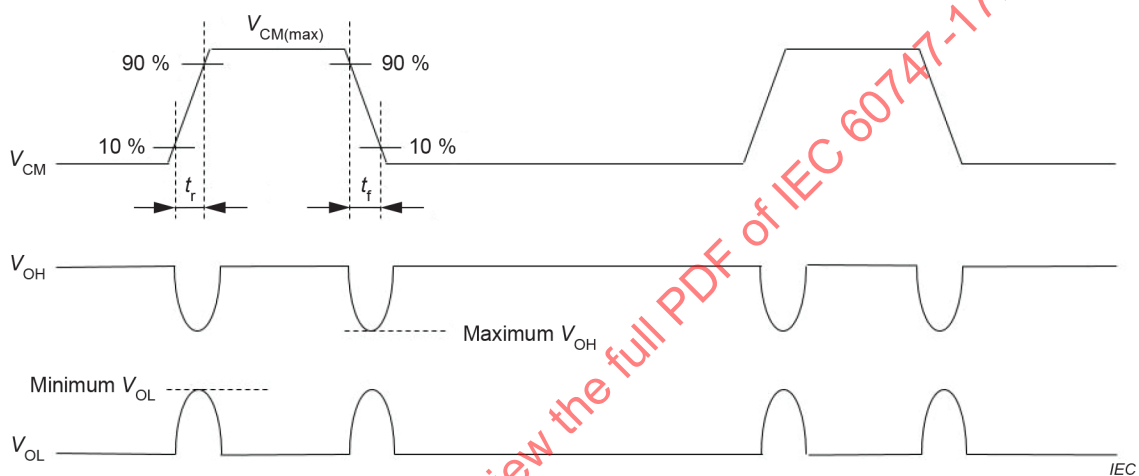


Figure 16 – Static common-mode transient immunity (CMTI) and V_{CM} and low to high data transition waveform

6.7.5 Specified conditions

- 1) Ambient temperature, T_{amb} .
- 2) Power supply voltages, V_{DD1} side 1 and V_{DD2} side 2.
- 3) Output load impedance, X_{LOAD} (R_L , C_L).
- 4) Atmospheric conditions, when appropriate.
- 5) The test failure criteria.
- 6) Both, V_{CM} and dV_{CM}/dt shall be specified.
- 7) Interval between common mode pulses should be longer than the propagation delay.

6.7.6 Dynamic CMTI measuring procedure

Measurement procedure of the dynamic measurement is the same except for the statements below.

- 1) The coupler is measured for CMT for any change of propagation delay beyond what is specified by the manufacturer, unexpected transitions, or missing transitions, or magnitude transitions beyond the V_{OH} or V_{OL} as defined in the manufacturer's data sheet.
- 2) The influence of $V_{CM}(t)$ on $V_I(t)$ shall be analysed. This can be either reached by synchronizing the CM pulse and input pulse generator or by randomizing the beat frequency.

Annex A (informative)

Qualification guidance

Annex A is a guidance to apply either full lifetime qualification according 5.5.5.8.4 or lifetime verification supporting qualification by similarity according to 5.5.5.8.5.

Different levels of qualification are listed below.

Internal verification – Testing by the manufacturer to evaluate any aspect of the performance of a device. It is recommended for any minor changes not affecting the components of the high voltage insulation of the coupler. The adequacy of an internal verification and the testing conducted is in the full responsibility of the manufacturer.

Lifetime verification – Abbreviated version of the full lifetime qualification test to verify whether minor changes have not adversely affected lifetime of the primary transmission path. It is recommended for new products that base their certification on existing parts, as outlined in 5.5.5.8.5.

- 1) Full qualification: is the testing required by 5.5.5 subgroup 1 to 7. It is required in cases where primary transmission path does not meet the criteria for use of existing data in 5.5.5.8.5.
- 2) Package qualification: consist of those subclauses of 5.5.5 subgroup 1 to 5 deemed necessary by the testing agency to verify changes outside of the requirements for use of existing data in 5.5.5.8.5.
- 3) Lifetime verification test

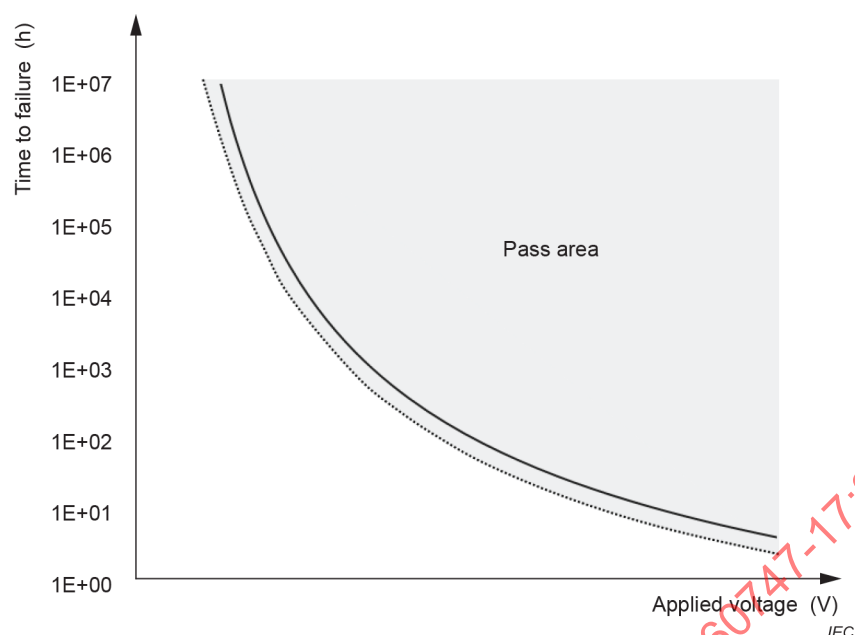
The life-time verification is performed in the following steps:

- all samples are preconditioned per 5.5.5.2;
- all samples pass routine test according 5.5.2;
- evaluation can be done at room temperature or at maximum ambient temperature;
- test at least 3 wafer lots, of 16 parts each, for each voltage.

Two stress voltages are chosen fulfilling following conditions:

- the stress voltages are greater than or equal to those used as reference out of the full certification
- the resulting failure time of these chosen voltages should differ by about a decade;
- the voltage stress can be stopped if the IEC 62539 conditions are reached (63 % of the devices from the combined lots have failed for each voltage).

The lifetime verification is adequate if the t_{63} values at stress voltages are greater than the t_{63} in certification or within the 50 % of the referenced certification (see Figure A.1).

**Key**

Pass area lifetime verification results in this area are acceptable

————— certified t63 curve

..... certified t63 0,5 curve at lower 50 % confidence interval

Figure A.1 – Lifetime verification

Table A.1 through Table A.4 are provided for reference and are not intended to represent all possible changes.

NOTE In Table A.1 through Table A.4, product change notice (PCN) means that the change was considered sufficient for the manufacturer to notify their customer.

Table A.1 – Front end process changes within component

Process changes	PCN	E-field	Proposed action
Thinner target value for the insulation of the primary transmission path.	Yes	Higher e-field	Full qualification
Increase of dielectric thickness of the primary transmission path	Yes	Lower e-field	Lifetime verification
New type of dielectric deposition machine (e.g.: swap from one type of deposition machine to another)	No	Influence on TDDB or surge pulse robustness is possible	Internal verification
New isolation material within the primary transmission path, including mold compounds used as primary isolation material	Yes	All e-field	Full qualification
Additional but same dielectric deposition machine	No	E-field is the same	Internal verification
New process change, for example chemical mechanical polishing (CMP) process (results perhaps in ± 50 nm thicker dielectric thickness difference. This can be compensated by a thicker or thinner ILD)	No	E-field stays the same if compensated by thinner or thicker dielectric.	Internal verification
Differences in target metal thickness which increase the e-field in the dielectric	Yes	E-field at edges increases	Full qualification

Process changes	PCN	E-field	Proposed action
Differences in target metal thickness where the e-field is the same or decreased in the dielectric	Yes	E-field at edges does not increase	Lifetime verification
Metal material change in the primary transmission path (AlCu <-> AlSiCu)	Yes	No influence on e-field	Full qualification

Table A.2 – Front End Process Changes within SiO/SiN/imide-passivation

Process changes	PCN	E-field	Proposed action
Passivation composition or thickness affecting the primary transmission path	Yes	Higher e-field within passivation	Full qualification
Passivation composition or thickness affecting the primary transmission path	Yes	Smaller e-field within imide	Lifetime verification

Table A.3 – Layout changes

Process Changes	PCN	E-field	Proposed action
Capacitor or coil geometry increasing the e-field	Yes	Larger	Full qualification
Capacitor or coil geometry decreasing the e-field	Yes	Smaller	Lifetime verification
Larger distance between coil/cap and its seal-ring	Yes	Smaller	Internal verification
Smaller distance between electrode and its seal-ring	Yes	Larger	Full qualification

Table A.4 – Backend changes

Process changes	PCN	E-field	Proposed action
Different mold compound, not in the transmission path	Yes	Same	Package qualification
Target of lead-frame paddle distance increases	Yes	E-field becomes smaller within paddles	Package qualification
Target of lead-frame paddle distance decreases	Yes	E-field becomes larger within paddles, but the e-field within the CT stays the same.	Package qualification
Target of bond-wire loop height decreases	Yes	Larger e-field between wire and chip surface	Package qualification
Target of bond-wire loop height increases	Yes	Smaller e-field between wire and chip surface	Package qualification
Wire material or diameter change (Au <-> Cu <-> Al)	Yes	Material diffusion interaction with MC and pad	Package qualification
Change of die attach	Yes	Material diffusion interaction with MC and pad	Package qualification
Change of anti-delamination measures between mold compound and lead frame	Yes	Delamination between lead-frame paddles	Package qualification

Bibliography

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

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

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

IEC 60664-4:2005, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress*

IEC 60747-5-5:2007, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 5-5: Optoelectronic devices – Photocouplers*

IEC 60747-5-5:2007/AMD1:2013

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-9:2016, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-9: Testing and measurement techniques – Pulse magnetic field immunity test*

IEC 61649:2008, *Weibull analysis*

IEC 62368-1:2018, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	55
1 Domaine d'application	57
2 Références normatives	57
3 Termes et définitions	58
4 Caractéristiques électriques – Logique du coupleur et définitions temporelles	69
5 Coupleur pour protection contre les chocs électriques	70
5.1 Généralités	70
5.2 Type	70
5.3 Caractéristiques assignées	70
5.3.1 Généralités	70
5.3.2 Valeurs limites de sécurité	70
5.3.3 Caractéristiques assignées fonctionnelles	71
5.3.4 Tensions assignées d'isolement	71
5.4 Exigences de sécurité électrique	71
5.5 Informations d'essai électrique, environnemental et/ou d'endurance	72
5.5.1 Généralités	72
5.5.2 Essai individuel de série	74
5.5.3 Essai sur prélèvement	74
5.5.4 Tension d'isolement de choc maximale	74
5.5.5 Essai de type	75
6 Méthodes de mesure pour les coupleurs	87
6.1 Généralités	87
6.2 Capacité d'isolement (C_{IO})	87
6.2.1 Objectif	87
6.2.2 Schéma du circuit	87
6.2.3 Procédure de mesure	88
6.2.4 Précautions à respecter	88
6.2.5 Conditions spéciales	88
6.3 Résistance d'isolement entre l'entrée et la sortie, R_{IO}	88
6.3.1 Objectif	88
6.3.2 Schéma du circuit	88
6.3.3 Précautions à respecter	89
6.3.4 Procédure de mesure	89
6.3.5 Conditions spéciales	89
6.4 Essai d'isolement	89
6.4.1 Objectif	89
6.4.2 Schéma du circuit	89
6.4.3 Procédure d'essai	90
6.4.4 Exigences	90
6.5 Décharges partielles du coupleur	91
6.5.1 Objectif	91
6.5.2 Schéma du circuit	91
6.5.3 Description du circuit d'essai de la Figure 9 et exigences	91
6.5.4 Procédure d'essai	92
6.5.5 Description du circuit d'étalonnage (voir la Figure 10)	92

6.5.6	Méthodes d'essai.....	93
6.5.7	Conditions spécifiées.....	93
6.5.8	Conditions relatives à la tension d'essai	94
6.6	Temps de commutation des coupleurs	95
6.6.1	Objectif.....	95
6.6.2	Schéma du circuit.....	95
6.6.3	Procédure de mesure	95
6.6.4	Conditions spécifiées.....	96
6.7	Méthodes de mesure de l'immunité transitoire en mode commun (CMTI) pour les coupleurs magnétiques et capacitifs	97
6.7.1	Objectif.....	97
6.7.2	Schéma du circuit.....	97
6.7.3	Précautions à respecter.....	98
6.7.4	Procédure de mesure de la CMTI statique	99
6.7.5	Conditions spécifiées.....	100
6.7.6	Procédure de mesure de la CMTI dynamique.....	100
Annexe A (informative)	Recommandations de qualification	101
Bibliographie.....		104
Figure 1	– Intervalles de temps de la tension d'essai pour les méthodes a et b	65
Figure 2	– Impulsion de choc 1,2/50 μ s selon l'IEC 61000-4-5:2014 admise comme impulsion équivalente pour l'essai d'isolement.....	75
Figure 3	– Détermination de la durée avant défaillance (selon la méthode de 5.5.5.8)	83
Figure 4	– Détermination de la tension de fonctionnement (selon la méthode de 5.5.5.8 pour le modèle exponentiel).....	84
Figure 5	– Détermination de la tension de fonctionnement (selon la méthode de 5.5.5.8 pour le modèle non linéaire)	85
Figure 6	– Circuit de mesure de la capacité d'isolement.....	88
Figure 7	– Circuit de mesure de la résistance d'isolement.....	89
Figure 8	– Circuit de mesure de la tension d'isolement	90
Figure 9	– Circuit d'essai de décharge partielle.....	91
Figure 10	– Connexions pour l'étalonnage du montage d'essai complet.....	92
Figure 11	– Circuit d'essai du temps de commutation.....	95
Figure 12	– Mesurage de la forme d'onde de la durée de transition	96
Figure 13	– Mesurage de la forme d'onde du temps de retard de propagation.....	96
Figure 14	– Signal de la source de données VI statique par rapport à dynamique	97
Figure 15	– Configuration d'essai de l'immunité transitoire en mode commun (CMTI) pour l'essai statique et l'essai dynamique	97
Figure 16	– Immunité transitoire en mode commun (CMTI) statique et V_{CM} et forme d'onde de transition basse à haute	100
Figure A.1	– Vérification de la durée de vie.....	102
Tableau 1	– Vue d'ensemble des caractéristiques et symboles	69
Tableau 2	– Caractéristiques de la fiche technique	71
Tableau 3	– Essais et séquence d'essai pour les coupleurs assurant une isolation principale et une isolation renforcée pour la protection contre les chocs électriques	72
Tableau 4	– Conditions d'essai	73

Tableau 5 – Facteur de sécurité F	93
Tableau 6 – Conditions spécifiées pour la méthode a et la méthode b	94
Tableau A.1 – Modifications initiales du processus dans le composant	102
Tableau A.2 – Modifications initiales du processus dans la passivation SiO/SiN/imide	103
Tableau A.3 – Modifications de disposition	103
Tableau A.4 – Modifications finales.....	103

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-17:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

**Partie 17: Coupleur magnétique et capacitif
pour l'isolation principale et renforcée**

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'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 60747-17 a été établie par le sous-comité SC 47E: Dispositifs discrets à semiconducteurs, du comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Cette première édition annule et remplace l'IEC PAS 60747-17:2011. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC PAS 60747-17:2011:

- a) introduction des facteurs de sécurité de durée de vie pour la prise en considération de la durée de vie améliorée, conformément aux mécanismes de vieillissement du dioxyde de silicium (TDDB) largement reconnus, et couches d'isolement en polymère à couches minces;

- b) prise en considération de l'alinéa et de la durée de vie statistique de l'"essai de fin de vie" considérablement améliorée par l'ajout d'une description détaillée du processus, des facteurs de sécurité, des méthodes de génération de points de données et des interpolations de la durée de vie respective, ainsi que par la spécification de la quantité minimale d'échantillons exigés;
- c) introduction du concept de certification par similarité, comprenant l'Annexe A, qui donne des recommandations relatives aux considérations de qualification et au processus de certification exigé;
- d) forme d'impulsion alternative admise pour l'essai d'impulsion de choc afin d'éviter les problèmes de disponibilité de l'appareil d'essai aux ondes de choc;
- e) plusieurs améliorations tout au long de la norme: amélioration des définitions, par exemple des types de coupleurs; introduction de la valeur assignée de l'impulsion de choc V_{IMP} , utilisation d'une température de transition vitreuse, redéfinition du préconditionnement pour une utilisation améliorée et une meilleure compatibilité avec la conception et les fonctionnalités actuelles des coupleurs, les composants moulés disponibles, etc.

La présente version bilingue (2020-10) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2020-09.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60747, publiée sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs*, peut être consultée 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 "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 17: Coupleur magnétique et capacitif pour l'isolation principale et renforcée

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60747 spécifie la terminologie, les valeurs assignées essentielles, les caractéristiques, l'essai de sécurité et les méthodes de mesure des coupleurs magnétiques et des coupleurs capacitifs.

Elle spécifie les principes et exigences de l'isolation et les caractéristiques d'isolement des coupleurs magnétiques et capacitifs pour l'isolation principale et l'isolation renforcée.

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 60068-2-1:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-14:2009, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-20:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

IEC 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai dB: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-58:2015, *Essais d'environnement – Partie 2-58: Essais – Essai Td: Méthodes d'essai de la soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de brasage des composants pour montage en surface (CMS)*

IEC 60068-2-67:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Cy: Essai continu de chaleur humide, essai accéléré applicable en premier lieu aux composants*

IEC 60112:2003, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

IEC 60216-1:2013, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai*

IEC 60216-2:2005, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60672-2:1999, *Matériaux isolants à base de céramique ou de verre – Partie 2: Méthodes d'essai*

IEC 60695-11-5:2016, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-5: Flammes d'essai – Méthode d'essai au brûleur-aiguille – Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices*

IEC 62539:2007, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

3.1

détails d'encombrement et encapsulation

informations relatives à la méthode d'encapsulation et aux connexions de bornes dans le système d'isolement du coupleur

3.1.1

dessin d'encombrement

dessin reproduisant les seuls contours pour décrire la forme des objets ou des circuits

3.1.2

méthode d'encapsulation

matériaux d'encapsulation utilisés pour former une partie du système d'isolement

3.1.3

identification des bornes

identification des bornes et indication de toute connexion entre une borne et le boîtier

3.2

type de coupleur

construction interne et méthode d'isolation permettant d'obtenir une isolation principale ou renforcée

3.2.1

isolateurs SiO₂

isolateur avec une construction d'isolation interne utilisant un matériau à base de dioxyde de silicium

3.2.2

isolateurs en polymère à couches minces

isolateurs avec une construction d'isolation interne utilisant une isolation en polymère à couches minces

3.3

isolement

capacité à rejeter les interférences électriques et magnétiques ou le bruit

3.4

isolation

partie d'un produit électromagnétique qui sépare de façon galvanique les parties conductrices à des potentiels électriques différents.

3.4.1**isolation renforcée**

isolation des parties actives dangereuses assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à une double isolation

Note 1 à l'article: L'isolation renforcée peut comporter plusieurs couches qui ne peuvent pas être soumises à l'essai séparément en tant qu'isolation principale ou isolation supplémentaire.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.5]

3.4.2**isolation principale**

isolation assurant une protection principale contre un choc électrique

3.5**côté de l'isolement**

toutes les bornes du côté 1 qui sont isolées de celles du côté 2 par une barrière isolante formant un dispositif à deux bornes

3.6**capacité de l'isolement**

C_{IO}

capacité totale entre les bornes du côté 1 de la barrière isolante reliées entre elles et les bornes du côté 2 de la barrière isolante reliées entre elles pour former un dispositif à deux bornes

Note 1 à l'article: Voir l'IEC 60747-5-5:2007, 4.3.

3.7**résistance d'isolement**

R_{IO}

résistance entre les bornes du côté 1 de la barrière isolante reliées entre elles et toutes les bornes du côté 2 de la barrière isolante reliées entre elles pour former un dispositif à deux bornes

3.8**résistance d'isolement à la température limite de sécurité**

R_{IO_S}

résistance à la température limite de sécurité T_S entre les bornes du côté 1 de la barrière isolante reliées entre elles et toutes les bornes du côté 2 de la barrière isolante reliées entre elles pour former un dispositif à deux bornes dont il convient qu'elle soit supérieure ou égale à $1E9 \Omega$

3.9**tension d'isolement**

tension entre toutes bornes spécifiées reliées entre elles du côté 1 de la barrière isolante et toutes bornes reliées entre elles du côté 2 de la barrière isolante

3.10**adaptation de l'état logique**

condition à laquelle un état logique de sortie est adapté à l'état logique d'entrée associé

3.11**adaptation de la transition de l'état logique**

condition à laquelle la modification d'un état logique de sortie suit la modification de l'état logique d'entrée associé

3.12

immunité transitoire en mode commun

CMTI

vitesse de croissance (ou de descente) maximale tolérable d'une tension en mode commun

Note 1 à l'article: Elle est donnée en volts par seconde. Il convient que la CMTI inclue l'amplitude de la tension en mode commun pouvant être tolérée.

Note 2 à l'article: L'abréviation "CMTI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "common mode transient immunity".

3.12.1

immunité transitoire en mode commun de la sortie d'état logique haut

$|CM_H|$

immunité transitoire en mode-commun du coupleur avec l'état logique à une sortie haute

3.12.2

immunité transitoire en mode commun de la sortie d'état logique bas

$|CM_L|$

immunité transitoire en mode commun du coupleur avec l'état logique à une sortie basse

3.12.3

immunité transitoire en mode commun de la sortie d'état logique dynamique

$|CM_D|$

taux de balayage maximal d'une tension en mode commun (V_{CM}) auquel un coupleur transmet les données sans manquer de transition ou sans créer de transition non prévue, pour toutes les combinaisons de polarités de taux de balayage et de limites de données

Note 1 à l'article: La transition de données doit se produire dans l'intervalle de temps spécifié, et les données invalides en ce qui concerne les temps de retard, les transitions ou le nombre de transitions, ou l'amplitude (ne satisfaisant pas aux spécifications de tension minimale pour sortie haute d'état logique ou de tension maximale pour sortie basse d'état logique) sont interprétées comme des défaillances.

3.12.4

performance CMTI

dV_{CM}/dt

taux de balayage maximal d'une tension en mode commun auquel la sortie d'un coupleur reste au niveau d'état logique spécifique et à la durée spécifiée

3.12.5

tension en mode commun

V_{CM}

tension en mode commun à laquelle le taux de balayage est mesuré

3.13

temps de propagation

t_{pLH}, t_{pHL}

durée exigée pour une modification de l'état d'entrée d'un coupleur numérique pour propager la sortie correspondante

Note 1 à l'article: Le temps de propagation du BAS vers le HAUT est exprimé par t_{pHL} .

Note 2 à l'article: Le temps de propagation du HAUT vers le BAS est exprimé par t_{pLH} .

3.14**distorsion de la largeur d'impulsion** $|t_{pLH} - t_{pHL}|$

PWD

variation involontaire et généralement non désirée de la forme d'un signal provoquant une différence entre la largeur d'impulsion d'entrée du signal et la largeur d'impulsion de sortie du signal

Note 1 à l'article: L'abréviation "PWD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "pulse width distortion".

3.15**tension d'alimentation** V_{DD}

tensions d'alimentation fournies à l'entrée et à la sortie d'un coupleur

Note 1 à l'article: La tension d'alimentation est généralement exprimée par V_{CC} .

3.16**circuit intégré**

CI

microstructure dans laquelle tous les éléments de circuit ou certains d'entre eux sont associés de façon inséparable et interconnectés électriquement de façon qu'elle soit considérée comme indivisible pour la construction et le commerce du côté 1 et du côté 2

[SOURCE: IEC 60050-521:2002, 521-10-03, modifiée – Les mots "du côté 1 et du côté 2" ont été ajoutés.]

3.17**borne d'entrée et de sortie**

I/O

borne du côté 1 et du côté 2 d'un circuit intégré assurant le conditionnement du signal à l'élément de couplage interne

Note 1 à l'article: L'abréviation "I/O" est dérivée du terme anglais développé correspondant "input and output".

3.18**potentiel à la terre**

GND

potentiel de référence de n'importe quel côté d'un coupleur

3.19**tension d'entrée** V_I

tension d'entrée, V_{IL} , V_{IH} ou un niveau analogue

3.20**tension de sortie** V_O

tension de sortie, V_{OL} , V_{OH} ou un niveau analogue

3.21**température ambiante maximale de fonctionnement** $T_{op\ max}$

température ambiante maximale de fonctionnement admise lors du fonctionnement d'un coupleur

3.22

température du point de référence

T_{REF}

température définie par le fabricant pour se référer à un point défini, par exemple la température de jonction, la température du boîtier, etc.

3.23

durée de vie des caractéristiques

t_{63}

fait référence à la durée de vie des caractéristiques (t_{63} %) lorsque la distribution de Weibull est appliquée pour déterminer la durée de vie moyenne

Note 1 à l'article: En général, la fiabilité de la durée de vie est définie comme la durée de vie moyenne (t_{50} %) à laquelle le taux de défaillance cumulé atteint 50 %. Lorsque la distribution de Weibull est utilisée, une durée de vie des caractéristiques (t_{63} %) est prise en considération pour la durée de vie moyenne. Elle est désignée par t_{63} dans la prise en considération de la durée de vie statistique.

3.24

valeurs assignées de sécurité générale des coupleurs pour l'isolation principale et renforcée

conditions de fonctionnement thermiques et mécaniques qui dépassent les valeurs assignées spécifiées (valeurs limites) pour le fonctionnement normal, et auxquelles se réfèrent les exigences de sécurité spécifiées

Note 1 à l'article: Les coupleurs peuvent devenir inopérants en permanence lorsque les valeurs assignées de sécurité sont appliquées.

3.25

valeurs assignées de sécurité électrique des coupleurs pour une isolation principale et renforcée

exigences électriques qui doivent être satisfaites et maintenues après que les coupleurs ont été soumis aux valeurs assignées de sécurité spécifiées, afin d'assurer la protection contre les chocs électriques

Note 1 à l'article: Les coupleurs peuvent devenir inopérants en permanence lorsque les valeurs assignées de sécurité sont appliquées.

[SOURCE: IEC 60747-5-5:2007, 5.2, modifiée – Dans le terme, le mot "exigences" a été remplacé par "valeurs assignées", et "isolement" par "isolation". Dans la définition, le mot "photocoupleur" a été remplacé par "coupleurs".]

3.25.1

décharge partielle

PD

décharge électrique localisée qui se produit dans l'isolation entre toutes les bornes du côté 1 et toutes les bornes du côté 2 du coupleur

Note 1 à l'article: L'abréviation "PD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "partial discharge".

3.25.2

charge apparente

q_{pd}

décharge électrique causée par une décharge partielle dans le coupleur

3.25.3

charge apparente de seuil

$q_{pd(TH)}$

valeur spécifiée de la charge apparente aussi petite que techniquement possible qui détermine la tension d'extinction de la décharge partielle

Note 1 à l'article: Une charge apparente de seuil de 5 pC a été jugée comme critère acceptable pour les coupleurs. Il convient autrement de la définir pour chaque conception de dispositif individuel. Les valeurs de seuil inférieures sont souhaitables mais pas exigées si le mesurage exact dans un environnement de production n'est pas réalisable. Ce seuil ne doit être dépassé à aucun moment.

Note 2 à l'article: Dans les essais réels, le critère s'applique à l'impulsion de charge apparente à la valeur maximale.

Note 3 à l'article: Le terme "grandeur de décharge spécifiée" (voir 6.1.3.5.4.1 de l'IEC 60664-1:2007) est synonyme de "charge apparente de seuil".

3.26

tension d'essai

$V_{pd(t)}$

tension appliquée au coupleur en essai pendant la période de l'essai de décharge partielle entre toutes les bornes du côté 1 (reliées entre elles) et toutes les bornes du côté 2 (reliées entre elles)

3.26.1

tension d'essai initiale pour la décharge partielle

$V_{pd(ini)}$

tension d'essai appliquée pendant la durée d'essai initiale t_{ini}

3.26.2

tension d'essai initiale pour la décharge partielle, méthode a

$V_{pd(ini), a}$

valeur de la tension appliquée au début du mesurage, pendant une durée spécifiée t_{ini} , destinée à simuler l'occurrence d'une surtension transitoire

Note 1 à l'article: Se référer à la Figure 1 méthode a.

3.26.3

tension d'essai initiale pour la décharge partielle, méthode b

$V_{pd(ini), b}$

tension d'essai d'isolement appliquée entre toutes les bornes du côté 1 (reliées entre elles) et toutes les bornes du côté 2 (reliées entre elles) à l'essai individuel de série (méthode b) qui est égale ou supérieure à la valeur assignée de tension transitoire maximale du fabricant

3.27

facteur de multiplication

F

facteur de multiplication appliqué pour la méthode a et la méthode b

Note 1 à l'article: Voir Tableau 5.

3.28

tension de mesure de la charge apparente

$V_{pd(m)}$

tension d'essai à laquelle la charge apparente est mesurée

Note 1 à l'article: Les valeurs spécifiées de cette tension peuvent être exprimées en multiples de la valeur spécifiée de la tension d'isolement de crête répétitive assignée: $V_{pd(m)} = F \times V_{IORM}$. Se référer au 3.27.

Note 2 à l'article: Il s'agit d'une tension d'essai, pour laquelle la charge apparente doit être inférieure ou égale à la valeur spécifiée.

3.29

tension d'apparition de décharge partielle

$V_{pd(l)}$

plus faible valeur de crête de la tension d'essai alternative pour laquelle la charge apparente est supérieure à la charge apparente de seuil spécifiée, si la tension d'essai est augmentée à partir d'une faible valeur pour laquelle aucune décharge partielle ne se produit

3.30

tension d'extinction de décharge partielle

$V_{pd(e)}$

plus faible valeur de crête de la tension d'essai alternative pour laquelle la charge apparente est inférieure à la charge apparente de seuil spécifiée, si la tension d'essai est diminuée à partir d'une valeur élevée pour laquelle de telles décharges se produisent

Note 1 à l'article: La valeur efficace équivalente d'une tension d'essai alternative peut également être utilisée.

3.31

tension de référence pour la détermination de la durée de vie

V_{REF}

tension maximale déterminée par l'essai de fin de vie (EOL) selon 5.5.5.8

3.32

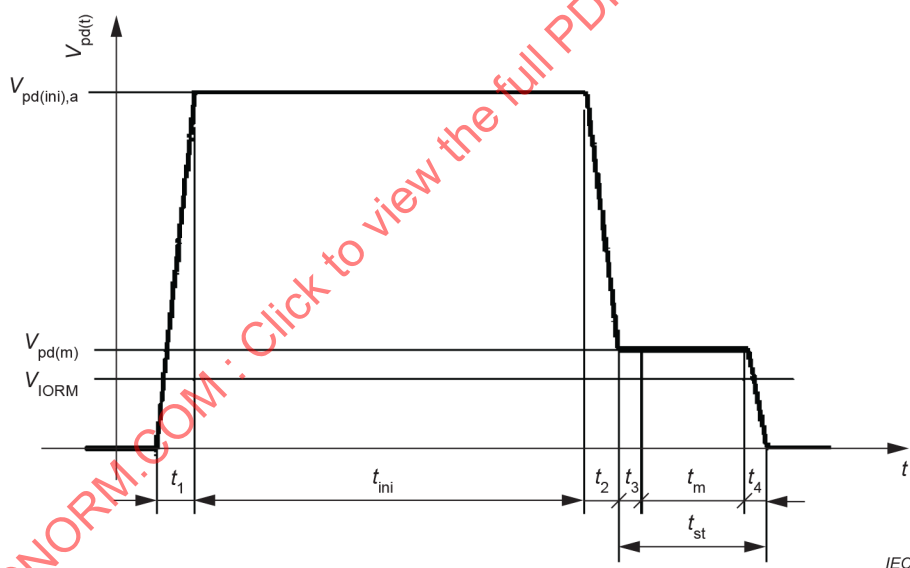
facteur de sécurité de la durée de vie

facteur de sécurité de la durée de vie appliqué à V_{REF} permettant de refléter les considérations relatives à la sécurité de la durée de vie du coupleur

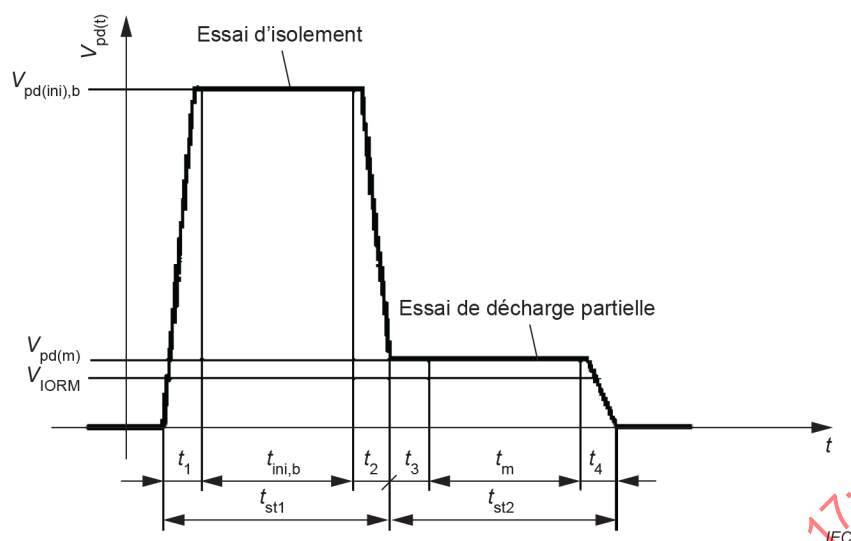
3.33

intervalles de temps

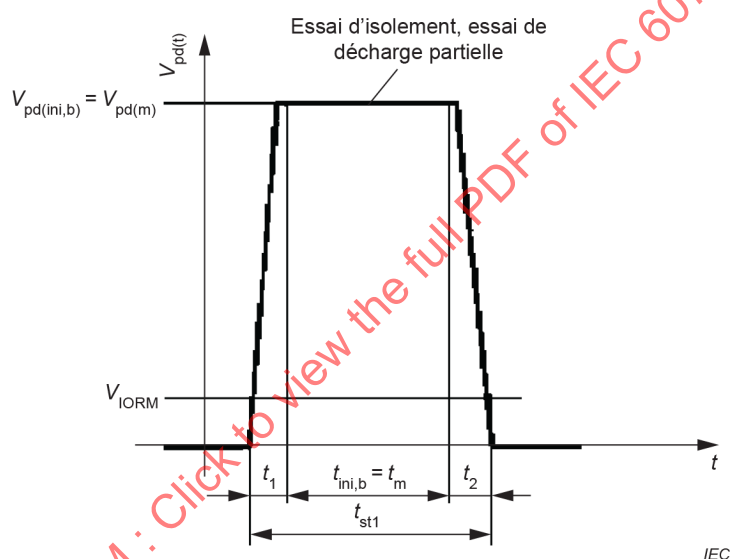
durée et séquence des tensions d'essai pour les mesurages de décharge partielle, comme représenté à Figure 1



Intervalles de temps pour la méthode a



Intervalles de temps pour la méthode b1



Intervalles de temps pour la méthode b2

Légende

t_{ini}	durée initiale (méthode a) seulement
$t_{ini, b}$	durée d'essai d'isolement (méthode b)
t_{st}	durée de contrainte (de décharge partielle)
t_{st2}	durée de contrainte (de décharge partielle)
t_{st1}	durée de contrainte d'essai d'isolement (méthode b)
t_m	durée de mesure (de décharge partielle)
t_1, t_2, t_3, t_4	durées d'établissement

Figure 1 – Intervalles de temps de la tension d'essai pour les méthodes a et b**3.34****durée de vie**

durée minimale exigée en années pour la défaillance, sur la base d'une classe d'isolation corrélée au taux de défaillance

3.35

rupture diélectrique selon la durée du SiO₂

SiO₂TDDDB

effet de vieillissement observé dans les isolateurs qui utilisent des constructions internes constituées de matériaux à base de SiO₂

Note 1 à l'article: L'abréviation "TDDDB" est dérivée du terme anglais développé correspondant "time dependent dielectric breakdown".

3.36

dégradation de la charge d'espace du polymère à couches minces

effet de vieillissement observé dans les isolateurs qui utilisent des constructions d'isolation interne constituées de substances diélectriques de polymère à couches minces

Note 1 à l'article: Les exigences d'essai permettent d'établir la tension maximale de fonctionnement de sécurité à laquelle le vieillissement de la charge d'espace n'affecte pas les valeurs relatives à la sécurité V_{IORM} et V_{IOTM} .

3.37

taux de défaillance pendant la durée de vie

FROL

taux de défaillance maximal admis dû à la rupture d'isolement selon la prédiction de la durée de vie

Note 1 à l'article: L'abréviation "FROL" est dérivée du terme anglais développé correspondant "failure rate over lifetime".

3.38

modèle statistique

modèle mathématique qui intègre un ensemble d'hypothèses statistiques relatives à la génération de données d'échantillon

Note 1 à l'article: Le type d'ajustement des courbes doit se fonder sur le type de matériau comme défini en 3.2.1 et en 3.2.2.

Note 2 à l'article: Dans les cas où le type de matériau d'isolation n'est pas compatible, ou est défini par les modèles de 3.38.1 et 3.38.2, ces isolateurs ne peuvent être utilisés que dans les cas où la spécificité de ce matériau d'isolation a été étudiée et traitée correctement par les experts de la réglementation et qu'il a été ajouté dans la norme.

3.38.1

modèle exponentiel

méthode de modélisation utilisée pour les types de matériaux définis en 3.2.1 (isolateurs SiO₂):

$$L = ce^{kV}$$

où

L est la durée de fonctionnement avant défaillance à la tension d'essai V ;

V est la tension d'essai;

c et k sont les coefficients

Note 1 à l'article: Pour l'utilisation de la dépendance $k \times V$, un ensemble de données adapté avec des points de mesure suffisants doit être fourni, ce qui prouve clairement la dépendance $k \times V$ selon l'IEC 62539:2007.

3.38.2

modèle non linéaire

méthode de modélisation utilisée pour les types de matériaux définis en 3.2.2 (isolateurs de polymère à couches minces):

$$L = ce^{kV^{-n}}$$

où

L est la durée de fonctionnement avant défaillance à la tension d'essai V ;

V est la tension d'essai;

c , n et k sont les coefficients

Note 1 à l'article: Pour l'utilisation de la dépendance $k \times V^{-n}$, un ensemble de données adapté avec des points de mesure suffisants doit être fourni, ce qui prouve clairement la dépendance $k \times V^{-n}$ selon l'IEC 62539:2007.

3.38.3

tensions assignées d'isolement

3.38.3.1

tension d'isolement continue

V_{IO}

valeur de la tension d'isolement constante

3.38.3.2

tension assignée maximale de fonctionnement d'isolement

V_{IOWM}

valeur efficace de la tension d'isolement V_{IORM} assignée par le fabricant des coupleurs, caractérisant la capacité de tenue spécifiée (à long terme) de son isolement

3.38.3.3

tension assignée maximale d'isolement aux crêtes répétitives

V_{IORM}

tension d'isolement aux crêtes répétitives assignée par le fabricant des coupleurs, caractérisant la capacité de tenue spécifiée de son isolement contre les tensions de crêtes répétitives

Note 1 à l'article: Cette tension d'isolement de crête inclut toutes les tensions transitoires répétitives, mais exclut toutes les tensions transitoires non répétitives.

Note 2 à l'article: Une tension transitoire répétitive est habituellement dépendante du circuit. Une tension transitoire non répétitive est généralement due à une cause externe et par hypothèse son effet disparaît complètement avant l'arrivée de la tension transitoire non répétitive suivante.

Note 3 à l'article: Puisque la dégradation de l'isolement galvanique dépend normalement de la tension de crête, V_{IORM} est la valeur de crête répétitive de la tension de l'enveloppe absolue dans le temps.

Note 4 à l'article: Voir l'IEC 60747-5-5:2007, 5.3, dont la description a été modifiée afin de définir V_{IORM} comme la crête répétitive ou une valeur continue équivalente, et afin d'affirmer qu'elle comprend toutes les tensions transitoires répétitives.

3.38.3.4

tension assignée maximale transitoire d'isolement

V_{IOTM}

tension d'isolement de crête qui inclut toutes les tensions transitoires non répétitives et s'applique à la distance d'isolement du boîtier ainsi qu'à l'isolation interne

Note 1 à l'article: Voir l'IEC 60664-1:2007.

Note 2 à l'article: Voir l'IEC 60747-5-5:2007, 5.3, dont la description a été modifiée pour accentuer le fait que V_{IORM} inclut toutes les tensions transitoires non répétitives et s'applique à la distance d'isolement du boîtier ainsi qu'à l'isolation interne.

3.38.3.5

tenue de contrainte de la tension d'isolement

V_{ISO}

tenue de contrainte maximale de l'isolement à la tension alternative efficace pendant une minute

3.38.3.6

tension d'isolement de choc

V_{IOSM}

valeur instantanée la plus élevée d'un choc de tension d'isolement d'une durée courte et d'une forme d'onde spécifiée (1,2/50 μ s) appliqué dans l'isolation interne du dispositif

Note 1 à l'article: Les essais aux niveaux exigés de V_{IOSM} comme spécifié en 5.5.4 peuvent être effectués dans l'huile par exemple afin d'éviter les arcs à la surface ou dans l'air.

Note 2 à l'article: Voir l'IEC 60747-5-5:2007, 5.3, dont la description a été modifiée afin d'apporter des informations supplémentaires sur la durée et la forme d'onde.

3.38.3.7

tension de choc

V_{IMP}

valeur de crête la plus élevée de la tension de choc sans amorçage et rupture de l'isolation solide

Note 1 à l'article: La forme d'onde et la polarité sont décrites dans le Tableau F.1 de l'IEC 60664-1:2007.

3.39

valeurs assignées maximales absolues

qualifications, comme la durée, la fréquence, la durée d'impulsion, l'humidité, etc.

Note 1 à l'article: Le dépassement des valeurs assignées maximales peut endommager la barrière isolante.

3.39.1

températures de stockage minimale et maximale

T_{stg}

températures sous condition de non-fonctionnement

3.39.2

températures ambiantes minimale et maximale

T_{amb}

températures de l'air entourant un composant

3.39.3

température maximale de brasage

T_{sld}

durée maximale de brasage ou distance minimale du boîtier qu'il convient de spécifier

3.39.4

puissance d'entrée maximale continue

P_{SI1}

puissance d'entrée maximale continue à la température ambiante ou à une température du point de référence de 25 °C, et courbe de taux de réduction ou facteur de réduction

3.39.5

puissance de sortie dissipée maximale

P_{SO0}

puissance de sortie dissipée maximale à l'étape de sortie à la température ambiante ou à une température du point de référence de 25 °C, et une courbe de taux de réduction ou facteur de réduction

3.39.6

puissance dissipée totale maximale du boîtier

P_{tot}

puissance dissipée totale maximale à la température ambiante ou à une température du point de référence de 25 °C, et courbe de taux de réduction ou facteur de réduction

3.39.7**transmission de puissance maximale** P_{TR}

puissance transmise dans la barrière isolante pendant le fonctionnement

3.40 F_{LT}

facteur de sécurité de la tension de fonctionnement pour une durée de vie applicable du coupleur

3.41**température ambiante maximale de sécurité** T_S

température ambiante la plus élevée autorisée en cas de défaut

3.42**courant de sortie maximal** I_{SO}

courant utilisé pour les mesures de la puissance dissipée afin de déterminer la limitation de sécurité

4 Caractéristiques électriques – Logique du coupleur et définitions temporelles

L'Article 4 traite des définitions et du fonctionnement du coupleur lié à la logique (voir Tableau 1).

Tableau 1 – Vue d'ensemble des caractéristiques et symboles

N°	Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$ sauf spécification contraire	Symboles	Exigences	
4.1.1	Haute tension de niveau logique d'entrée (tension d'entrée à état logique haut) ^a		V_{IH}	min.	
4.1.2	Basse tension de niveau logique d'entrée (tension d'entrée à état logique bas) ^a		V_{IL}		max.
4.1.3	Haute tension de niveau logique de sortie (tension de sortie à état logique haut) ^a	Charge définie	V_{OH}	min.	
4.1.4	Tension de niveau logique de sortie (tension de sortie à état logique bas) ^a		V_{OL}		max.
4.1.5	Temps de propagation entrée-sortie au changement de tension de sortie de basse à haute	Conditions de charge définies 10 % à 90 % ou 50 % à 50 %	t_{PLH}		max.
4.1.6	Temps de propagation entrée-sortie au changement de tension de sortie de haute à basse		t_{PHL}		max.
4.1.7	Distorsion de la largeur d'impulsion	Comme définie en 3.14	$ t_{PLH} - t_{PHL} $		max.
4.1.8	Temps de montée de sortie	10 % à 90 %, charge définie	t_r		max.
4.1.9	Temps de descente de sortie	90 % à 10 %, charge définie	t_f		max.
4.1.10	Fréquence de fonctionnement		f		max.

N°	Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$ sauf spécification contraire	Symboles	Exigences	
4.1.11	Résistance d'isolement entre l'entrée et la sortie	V_{IO} spécifiée	R_{IO}	typ	
4.1.12	Capacité d'isolement entre l'entrée et la sortie	Comme soumise à l'essai en 6.2	C_{IO}	typ	
4.1.13	Courant d'alimentation du côté 1	$f = 0\text{ Hz}$	I_{CC1}	min.	max.
		$f = f_{max}$	I_{CC1}	min.	max.
4.1.14	Courant d'alimentation du côté 2	$f = 0\text{ Hz}$	I_{CC2}	min.	max.
		$f = f_{max}$, charge définie	I_{CC2}	min.	max.
4.1.15	Immunité transitoire en mode commun de la sortie d'état logique haut ^b	V_O définie dans la fiche technique aux conditions en mode commun	$ CM_H $	min.	
	Immunité transitoire en mode commun de la sortie d'état logique bas ^b		$ CM_L $	min.	
	Immunité transitoire en mode commun de la sortie d'état logique dynamique		$ CM_D $	min.	
4.1.16	puissance dissipée totale maximale du boîtier		P_{tot}		Max.
^a Logique compatible 3 V et/ou 5 V TTL. ^b De préférence conforme aux spécifications de la fiche technique: minimum V_{OH} et maximum V_{OL} .					

5 Coupleur pour protection contre les chocs électriques

5.1 Généralités

Toutes les exigences contenues dans l'Article 5 sont valables pour les coupleurs avec une isolation solide dans un boîtier, quelle que soit la configuration de l'entrée et/ou de la sortie (par exemple, entrée de CI, sortie, etc.)

5.2 Type

Coupleurs à ambiance assignée ou à boîtier assigné conçus pour la protection contre les chocs électriques avec une isolation renforcée ou une isolation principale.

La fiche technique doit clairement préciser si la validation concerne l'isolation renforcée ou l'isolation principale.

5.3 Caractéristiques assignées

5.3.1 Généralités

Les caractéristiques assignées doivent être répertoriées dans une section spéciale de la fiche technique du fabricant.

5.3.2 Valeurs limites de sécurité

- Température ambiante de sécurité maximale, T_S .
- Puissance dissipée maximale d'entrée, P_{SI} .
- Courant maximal de sortie ou puissance dissipée maximale, I_{SO} ou P_{SO} .

NOTE Les valeurs limites de sécurité sont déterminées uniquement par l'endommagement de la barrière isolante.

5.3.3 Caractéristiques assignées fonctionnelles

Valeurs relatives au boîtier: températures, dissipation totale de puissance

Valeurs relatives à l'entrée et la sortie: tensions, courants, puissance dissipée

5.3.4 Tensions assignées d'isolement

- a) Tension maximale d'isolement de fonctionnement V_{IOWM}
- b) Tension maximale d'isolement répétitive V_{IORM}
- c) Tension maximale d'isolement transitoire, V_{IOTM}
- d) Tension maximale de tenue de contrainte de la tension d'isolement, V_{ISO}
- e) Tension maximale d'isolement de choc V_{IOSM}
- f) Tension de choc maximale, V_{IMP}

5.4 Exigences de sécurité électrique

Les caractéristiques suivantes spécifiées dans le Tableau 2 doivent être mentionnées dans la fiche technique du fabricant en plus de celles répertoriées en 5.3.

Tableau 2 – Caractéristiques de la fiche technique

Caractéristiques	Conditions	Symboles	Exigences
Charge apparente méthode a	6.5	q_{pd}	max
Charge apparente méthode b		q_{pd}	max
Résistance d'isolement	$25\text{ °C} \leq T_{amb} \leq T_{amb, max}$. Tension d'essai entre le côté 1 et le côté 2 = 500 V en courant continu	R_{IO}	min
Résistance d'isolement	$T_{amb} = T_S$. Tension d'essai entre le côté 1 et le côté 2 = 500 V en courant continu	R_{IO_s}	min
Distance d'isolement externe	Voir l'IEC 60664-1:2007 pour les exigences de mesure Se référer aux normes de l'équipement relatif pour des exigences supplémentaires	CLR	min
Ligne de fuite externe		CRP	min
Indice de résistance au cheminement		CTI	min
Catégorie de surtension			
Catégorie climatique			
Tension assignée maximale transitoire d'isolement		V_{IOTM}	
Tension assignée maximale d'isolement aux crêtes répétitives	V_{IORM} est fondé sur les conditions énoncées en 5.5.5.8.4. Pour les variances de V_{IORM} , voir Note 1.	V_{IORM}	
Tension de choc	Essai selon 5.5.4 dans l'air	V_{IMP}	max
Tension maximale d'isolement de choc pour l'isolation renforcée	Essai selon 5.5.4	V_{IOSM}	Tension d'essai est $\geq 1,3 \times V_{IMP}$, min. 10 kV
Tension maximale d'isolement de choc pour l'isolation principale	Essai selon 5.5.4	V_{IOSM}	Tension d'essai est $\geq 1,3 \times V_{IMP}$

NOTE 1 Pour des informations supplémentaires concernant V_{IORM} , la réduction des données produites en 5.5.5.8, qui reflètent différentes conditions comme la durée de vie ou les taux de défaillance, est acceptable si les conditions de réduction sont clairement établies et si ces informations sont fournies dans un tableau distinct.

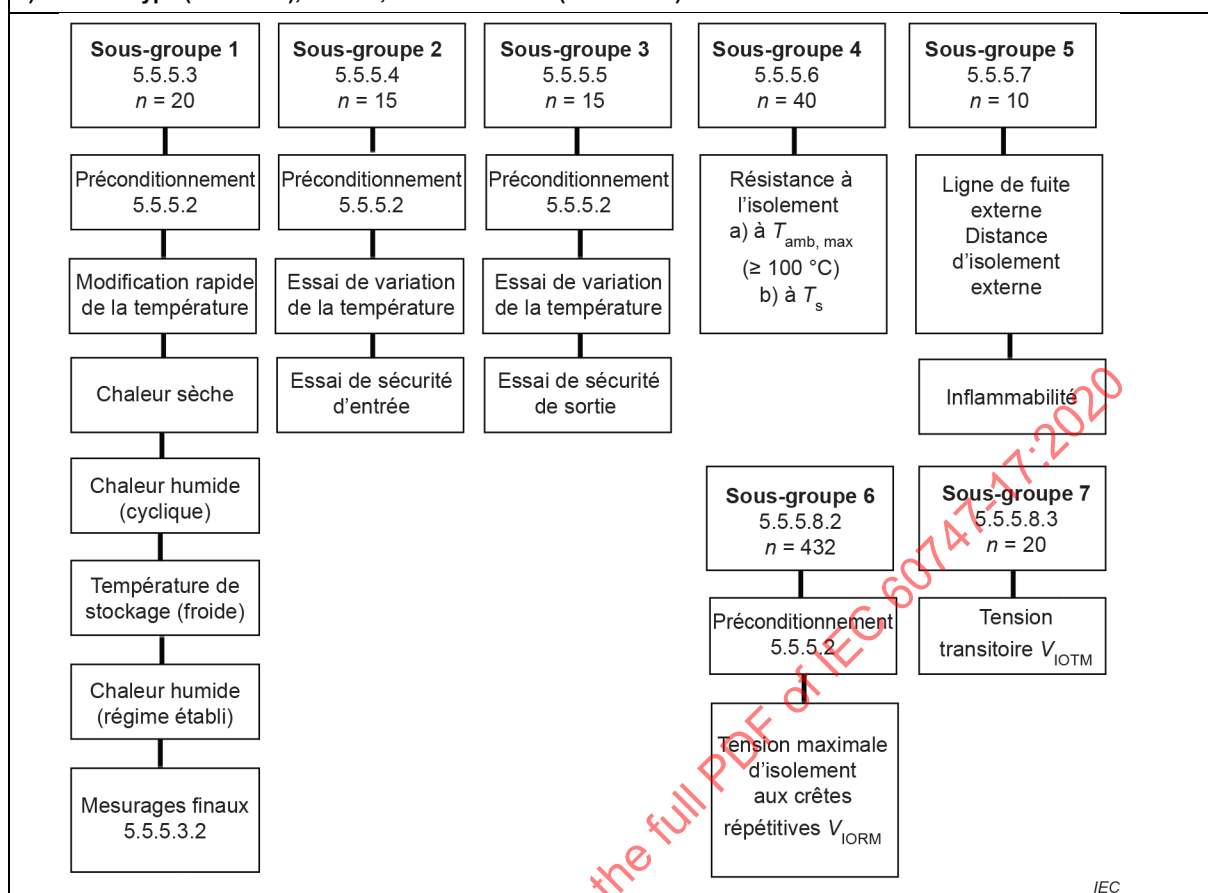
5.5 Informations d'essai électrique, environnemental et/ou d'endurance

5.5.1 Généralités

Il s'agit d'informations supplémentaires si le fabricant le souhaite. Voir le Tableau 3 et le Tableau 4 pour des références.

Tableau 3 – Essais et séquence d'essai pour les coupleurs assurant une isolation principale et une isolation renforcée pour la protection contre les chocs électriques

1) Essai individuel de série (non destructif) - voir 5.5.2	
1.1	Essai d'isolement selon 6.4 et 6.5 Grandeur de la charge apparente à $1,875 \times V_{IORM}$ pour l'isolation renforcée et $1,5 \times V_{IORM}$ pour l'isolation principale, méthode b1 ou b2, $q_c \leq 5 \text{ pC}$ Voir 3.30
1.2	Essai paramétrique selon la spécification du fabricant (voir 5.5.5.2)
2) Essai sur prélèvement (destructif) $n = 80$, zéro défaillance (voir 5.5.3)	
2.1	Examen visuel selon la spécification du fabricant (voir 5.5.5.2)
2.2	Résistance à la chaleur de brasage (voir 5.5.5.2)
2.3	Grandeur de la charge apparente à $1,6 \times V_{IORM}$ pour l'isolation renforcée et pour l'isolation principale $1,3 \times V_{IORM}$, méthode a, $q_c \leq 5 \text{ pC}$, $V_{ini,a}$ (voir 6.5)
2.4	Essai paramétrique selon la spécification du fabricant (voir 5.5.5.2)
2.5	Résistance d'isolement (voir 6.3)
2.6	Ligne de fuite et distance d'isolement externes $n = 10$, zéro défaillance (voir 5.5.5.7)
2.7	Résistance d'isolement aux températures élevées $n = 40$, zéro défaillance (voir 5.5.5.6): a) $T_{amb,max}$, min. 100°C ; b) T_S .

3) Essai de type (destructif), $n = 552$, zéro défaillance (voir 5.5.5.8)**Tableau 4 – Conditions d'essai**

Paramètre	Méthode a	Méthode b
Durée initiale	$t_{ini} = 60 \text{ s}$	$t_{ini,b} = 1 \text{ s}$
Tension initiale	$V_{ini,a} = V_{IOTM}$	$V_{ini,b} \geq 1,2 \times V_{IOTM}$
Tension d'essai de charge apparente	$V_{pd(m)} = F \times V_{IORM}$	$V_{pd(m)} = F \times V_{IORM}$
Durée de mesure de la charge apparente	$t_m = 10 \text{ s}$	$t_m = 1 \text{ s}$
Durée d'essai spécifiée	$t_{st} \text{ typ. } 12 \text{ s.}$	$t_{st1} \text{ typ. } 1,2 \text{ s.}, t_{st2} \text{ typ. } 1,2 \text{ s.}$
Vitesse de croissance/descente (V_{ini})	dV/dt pendant t_1 , $t_2 = 100 \text{ V/s à } 1\,000 \text{ V/s}$	Pour l'essai de type seulement: dV/dt pendant t_1 , $t_2 = 100 \text{ V/s à } 1\,000 \text{ V/s}$
Temps de recouvrement transitoire	$t_3, t_4 \text{ typ. } 1 \text{ s}$	Pour l'essai de type seulement: t_3, t_4 typ. 1 s
Température ambiante	$T_{amb} = 15 \text{ °C à } 35 \text{ °C}$	$T_{amb} = 15 \text{ °C à } 35 \text{ °C}$
Fréquence centrale	$150 \text{ kHz} \leq f_o \leq 5 \text{ MHz}$	$150 \text{ kHz} \leq f_o \leq 5 \text{ MHz}$
Bande passante	$\Delta f \leq 15 \text{ kHz}$	$\Delta f \leq 15 \text{ kHz}$
Valeur d'étalonnage	$q_o = 5 \text{ pC}$	$q_o = 5 \text{ pC}$
Plus petite valeur mesurable	$q_{min} = 1 \text{ pC}$	$q_{min} = 1 \text{ pC}$
Limite d'essai de charge apparente	$q_{pd} = 5 \text{ pC}$	$q_{pd} = 5 \text{ pC}$
Condensateur de couplage	$C_c \geq 1 \text{ nF}$	$C_c \geq 1 \text{ nF}$

NOTE Conformément aux facteurs de multiplication de sécurité spécifiés dans le Tableau 5.

5.5.2 Essai individuel de série

À l'étape d'essai individuel de série (méthode b), un essai d'isolement conforme à 6.4 et 6.5 doit être réalisé.

5.5.3 Essai sur prélèvement

Un essai de décharge partielle (méthode a, essai destructif) doit être réalisé sur la base d'un échantillon une fois par trimestre. Un échantillon minimal de 20 dispositifs est sélectionné à partir d'un lot de production aléatoire pour chaque type de boîtier. Les boîtiers doivent avoir des dimensions d'encombrement significativement différentes. L'option de forme de fil n'est pas interprétée comme une différence significative. Tous les échantillons doivent avoir satisfait à l'essai individuel de série selon 5.5.2 et par conséquent la production normale comprenant l'essai de décharge partielle à haute tension.

Un lot de production est défini ici comme le nombre de dispositifs ayant été produits sur la même ligne de production et dans les mêmes conditions de production. Des exemples de types de boîtiers différents sont: DIP-4, -6, -8, SOIC-8, etc. Par conséquent, si un fabricant a cinq types de boîtiers différents, alors 20 échantillons de chaque seront extraits pour l'essai de décharge partielle destructif, pour un total de ($5 \times 20 = 100$ coupleurs) par trimestre. Les chaînes multiples ne constituent pas une différence de type de boîtier. Le but de cet essai aléatoire par trimestre est de surveiller la qualité de la fabrication par rapport au critère sélectionné. La taille minimale d'échantillonnage est $n = 80$, pour lequel les défaillances doivent être zéro, c'est-à-dire qu'elles doivent être inexistantes.

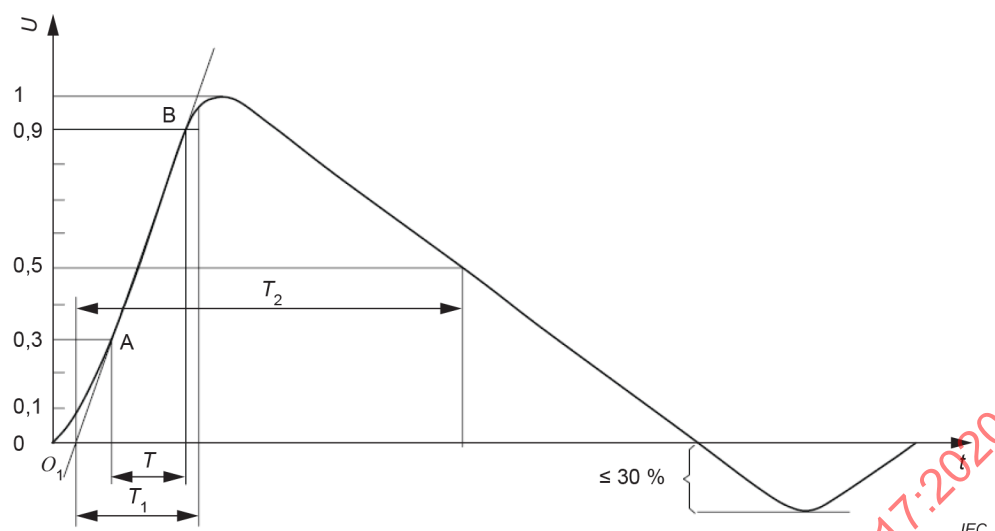
5.5.4 Tension d'isolement de choc maximale

Décrit la tension d'isolement de choc la plus élevée appliquée, en tenant compte de V_{IOSM} et V_{IMP} .

En cas d'isolation principale, tous les dispositifs en essai (DUT) doivent satisfaire à $\geq V_{IMP} \times 1,3$.

En cas d'isolation renforcée, tous les dispositifs en essai doivent satisfaire à l'essai aux ondes de choc avec V_{IMP} assignée $\times 1,3$, mais avec un minimum de 10 kV. Il convient de spécifier V_{IOSM} selon les essais décrits en 5.5.5.3.2, sous-groupe 1. La forme d'impulsion recommandée est 1,2/50 μs selon l'IEC 61000-4-5:2014, Figure 2 (voir Figure 2).

Une forme d'impulsion alternative est générée conformément à l'IEC 62368-1:2018, Article D.2, Circuit 3.



Temps de montée: $T_1 = 1,67 \times T = 1,2 \mu\text{s} \pm 30 \%$

Durée jusqu'à mi-valeur: $T_2 = 50 \mu\text{s} \pm 20 \%$

Figure 2 – Impulsion de choc 1,2/50 μs selon l'IEC 61000-4-5:2014 admise comme impulsion équivalente pour l'essai d'isolement

5.5.5 Essai de type

5.5.5.1 Généralités

L'essai de type doit être réalisé avec l'introduction d'un nouveau coupleur, différent des coupleurs déjà soumis à l'essai, dans un ou plusieurs des éléments suivants:

- matériaux du boîtier ou de la puce adaptés aux matériaux de moulage de l'isolation, gels de silicone, feuilles, etc.;
- si la nouvelle grille de connexion touche la ligne de fuite externe ou la distance d'isolement externe ou la résistance thermique du boîtier, et donc P_{SI} ou I_{SO} ou P_{SO} sont touchés;
- construction du boîtier ou de la puce adaptée à l'isolement.

Toutes les modifications d'un ou de plusieurs de ces éléments sont considérées comme des modifications majeures, et exigent un nouvel essai de type pour un produit existant.

Tous les échantillons doivent avoir satisfait à l'essai individuel de série selon 5.5.2, et par conséquent la production normale comprenant l'essai de décharge partielle à haute tension.

Les essais de type doivent inclure au moins les sous-groupes suivants (5.5.5.2 à 5.5.5.8), avec les conditions suivantes:

- aucune défaillance ne doit se produire;
- si une défaillance se produit sur l'un des 100 dispositifs, un ensemble complet de 100 nouveaux dispositifs doit être soumis au sous-groupe (dans lequel la défaillance est apparue), sans défaillance supplémentaire.

NOTE Valeurs limites de sécurité (P_{SI} , I_{SO} et/ou P_{SO} , P_{TR} , T_S): pour les composants fournissant un isolement électrique de sécurité, les exigences d'isolement passent en priorité.

Les valeurs limites de sécurité de la transmission de signal et de puissance, le cas échéant, doivent être définies individuellement par le fabricant pour un dispositif de coupleur. Elles sont la puissance dissipée d'entrée (P_{SI}), le courant maximal de sortie (I_{SO}), la puissance dissipée maximale de sortie (P_{SO}), la transmission de puissance maximale (P_{TR}), ou la température ambiante de sécurité maximale (T_S) pouvant être admis(e) en cas de défaut ou de défaillance ne causant pas de rupture de l'isolation du dispositif.

Les valeurs limites de sécurité déterminent la plage maximale des puissances dissipées d'entrée ou de sortie admises pour laquelle les spécifications d'isolement du dispositif demeurent intactes, même si la fonction des éléments isolants peut être détruite. La température limite de sécurité (T_S) est la température ambiante la plus élevée admise en cas de défaut.

L'exigence d'isolement demeure même lorsque le coupleur ne fonctionne plus du fait d'une contrainte électrique ou thermique externe, par exemple:

- 1) le circuit interne devient défaillant à cause d'une puissance ou d'un courant excessif;
- 2) les fils de liaison internes fondent;
- 3) le fonctionnement du coupleur est entravé par une source de chaleur externe (par exemple, une résistance).

Les valeurs limites de sécurité sont régies par les matériaux et les paramètres de conception du circuit adoptés par le fabricant, et l'utilisateur doit veiller à ce que les valeurs limites de sécurité ne soient pas dépassées, afin de garantir que la résistance d'isolement ou l'isolation du coupleur reste intacte.

L'utilisateur veille à ce que les valeurs limites de sécurité ne soient pas dépassées à l'aide d'installations de sécurité adéquates dans la conception du circuit et les conditions d'application du coupleur, par exemple:

- a) limite de courant du circuit d'entrée/de sortie;
- b) limite de tension du circuit d'entrée/de sortie;
- c) gestion thermique du circuit, qui garantit que les températures maximales de jonction absolues ou les températures maximales de fonctionnement absolues spécifiées dans la fiche technique du fabricant ne sont pas dépassées;
- d) le circuit environnant doit résister à l'inflammation;
- e) en cas de défaut ou de défaillance, le courant ou la tension externe, les mécanismes ou méthodes de sécurité limitants garantissent que les valeurs limites de sécurité ne sont pas dépassées.

5.5.5.2 Préconditionnement

Examen visuel	Conformément aux spécifications du fabricant
Résistance à la chaleur de brasage	Voir l'IEC 60068-2-20:2008, Essai Tb, méthode 1 (260 ± 5) °C, (5 ± 1) s Pour les coupleurs dans les boîtiers SMT, voir les conditions selon l'IEC 60068-2-58:2015, Tableau 1, trois cycles
Charge apparente méthode b1	Isolation principale $V_{pd(m)} = 1,5 \times V_{IORM}$ Isolation renforcée $V_{pd(m)} = 1,875 \times V_{IORM}$ Température 15 °C à 35 °C $V_{ini, b} = V_{IOTM}$ $q_{pd} \leq 5 \text{ pC}$
Essai paramétrique	Conformément aux spécifications du fabricant

Température 15 °C à 35 °C

Résistance d'isolement $R_{IO} > 10^{12} \Omega$, $t = 1 \text{ min}$; $V_{IO} = 500 \text{ V}$ en courant continu, $T_{amb} = 25 \text{ °C}$

5.5.5.3 Sous-groupe 1: 20 échantillons

5.5.5.3.1 Essais

Préconditionnement Voir 5.5.5.2

Variation rapide de température Voir l'IEC 60068-2-14:2009, Essai Na
 $T_{stg, min}$, $T_{stg, max}$, 10 cycles, temps de palier 3 h

Chaleur sèche Voir l'IEC 60068-2-2:2007, Essai Bb
 $V \geq V_{IORM}$ (min. 700 V), $T_{amb} = T_{amb, max}$ (min. 100 °C)
 Durée: 16 h

Chaleur humide, cyclique Voir l'IEC 60068-2-30:2005
 $T_{amb} = + 55 \text{ °C}$
 Cycles: 1

Température de stockage (froid) Voir l'IEC 60068-2-1:2007, 2 h à $T_{stg, min}$

Chaleur humide (régime établi) Voir l'IEC 60068-2-67:1995, Essai Cy
 85 % RH à 85 °C, durée = 21 jours

5.5.5.3.2 Mesurages finaux pour le sous-groupe 1

Échantillons secs pendant 1 h ou 2 h avant d'effectuer les mesurages finaux. Mesurages finaux dans les 6 h qui suivent le séchage.

Charge apparente, méthode a Isolation principale $V_{pd(m)} = 1,3 \times V_{IORM}$
 Isolation renforcée $V_{pd(m)} = 1,6 \times V_{IORM}$
 $V_{ini, a} = V_{IOTM}$
 $q_{pd} \leq 5 \text{ pC}$

Résistance d'isolement $V_{IO} = 500 \text{ V}$ en courant continu, $T_{amb} = 25 \text{ °C}$, $R_{IO} \geq 10^{12} \Omega$, $t = 1 \text{ min}$

Essai aux ondes de choc (essai de type seulement) L'impulsion d'essai appliquée doit être identifiée par le fabricant dans la fiche technique.
 La forme d'impulsion recommandée est 1,2/50 μs conformément à l'IEC 61000-4-5. La forme d'impulsion alternative est générée conformément à l'IEC 62368-1:2014-02, Article D.2, circuit 3.
 Nombre de décharges: 50
 (25 décharges à polarité 1 suivies par 25 décharges à polarité 2)
 Cycles: 12 décharges/min au maximum.
 Tension pour l'isolation principale: $\geq 1,3 \times V_{IMP}$
 Tension pour l'isolation renforcée: $\geq 1,3 \times V_{IMP}$, min 10 kV

Les échantillons doivent être déchargés avant le changement de polarité pendant 1 h au minimum et 2 h au maximum, par une résistance de 100Ω . La durée minimale de décharge de 1 h peut être ignorée à la demande du fabricant.

Résistance d'isolement $V_{IO} = 500 \text{ V}$ en courant continu, $T_{amb} = 25 \text{ °C}$, $R_{IO} \geq 10^9 \Omega$,
 $t = 1 \text{ min}$

5.5.5.4 Sous-groupe 2: 15 échantillons

5.5.5.4.1 Essais ou examen

Préconditionnement Voir 5.5.5.2

Essai de variation de température Un cycle comporte les variations de température suivantes:

- Temps de palier 68 h à $T_{sgt \max}$ ou 125 °C (le plus élevé des deux);
- Temps de palier 1 h à $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$;
- Temps de palier 2 h à $0 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$;
- Temps de palier 1 h à $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$.

Tension: 500 V eff/50 Hz appliquée pendant l'essai entier

Cycles: 10

Essai de sécurité d'entrée Aux valeurs limites de sécurité: les échantillons avec une transmission de puissance doivent permettre qu'une puissance de transmission maximale soit directement appliquée à la barrière isolante

$T_{amb} = T_S$, durée = 72 h

5.5.5.4.2 Mesurages finaux pour le sous-groupe 2

Charge apparente, méthode a Isolation principale $V_{pd(m)} = 1,2 \times V_{IORM}$

Isolation renforcée $V_{pd(m)} = 1,2 \times V_{IORM}$

$V_{ini, a} = V_{IOTM}$

$q_{pd} \leq 5 \text{ pC}$

Résistance d'isolement $V_{IO} = 500 \text{ V}$ en courant continu, $T_{amb} = 25 \text{ °C}$, $R_{IO} \geq 10^9 \Omega$,
 $t = 1 \text{ min}$

5.5.5.5 Sous-groupe 3: 15 échantillons

5.5.5.5.1 Essais ou examen

Préconditionnement Voir 5.5.5.2

Essai de variation de température Voir 5.5.5.4.1

Essai de sécurité de sortie Aux valeurs limites de sécurité
Courant de sortie maximal ou puissance dissipée de sortie maximale

$T_{amb} = T_S$, durée = 72 h

5.5.5.5.2 Mesurages finaux pour le sous-groupe 3

Voir 5.5.5.4.2.

5.5.5.6 Sous-groupe 4: 40 échantillons

Examens

- | | |
|--------------------------|---|
| Résistance d'isolement à | a) $T_{amb, max}$ (min. 100 °C), $V_{IO} = 500$ V en courant continu,
$R_{IO} \geq 10^{11} \Omega$, $t = 1$ min |
| | b) T_S , $V_{IO} = 500$ V en courant continu, $R_{IO} \geq 10^9 \Omega$, $t = 1$ min |

5.5.5.7 Sous-groupe 5: 10 échantillons

Examens

- | | |
|------------------------------|--|
| Distance d'isolement externe | Voir l'IEC 60664-1:2007 |
| Ligne de fuite externe | Voir l'IEC 60664-1:2007 |
| Essai d'inflammabilité | Voir l'IEC 60695-11-5:2016 |
| (essai de type seulement) | Durée d'application de la flamme d'essai, $t = 10$ s,
Après le temps de combustion: $t \leq 30$ s |

5.5.5.8 Essai de fin de vie

5.5.5.8.1 Généralités

La durée de vie du coupleur sous contrainte de tension subit plusieurs mécanismes de dégradation indépendants: cheminement de surface, dégradation thermique des composants moulés et usure de l'isolation primaire. Le 5.5.5.8 détermine la tension de fonctionnement maximale en se fondant sur la dégradation de l'isolation primaire sous contrainte de tension, et utilise ces données pour vérifier les capacités d'isolation de la partie sous contrainte de tension transitoire à la fin de vie prévue. Les limites de durée de vie du boîtier et des composants moulés sont traitées en 5.5.5.9. Les mesurages de décharge partielle s'appliquent également.

La durée de vie prévue, les taux de défaillance et les marges d'essai sont spécifiés sur la base de la classe d'isolation "principale" ou "renforcée". La tension assignée maximale d'isolement aux crêtes répétitives (V_{IORM}) peut être déterminée par un essai de durée de vie accéléré afin de déterminer la durée avant défaillance selon la tension sous plusieurs conditions d'essai. Ces données sont appliquées aux modèles acceptés de dégradation selon la tension afin d'extrapoler à la durée de vie exigée et à la probabilité de défaillance exigée. Les facteurs de marge supplémentaires sont appliqués comme cela est spécifié.

La vérification de la fin de durée de vie doit être effectuée par les fabricants. Les données justificatives et la documentation signée doivent être fournies aux laboratoires d'essai afin de prouver que ces exigences de sécurité sont satisfaites.

5.5.5.8.2 Sous-groupe 6: 432 échantillons – Essai de fin de vie/ V_{IOTM}

La tension assignée maximale d'isolement aux crêtes répétitives (V_{IORM}) est déterminée à partir de la durée de vie identifiée et de la classe d'isolation. Elle est mesurée par l'introduction d'un nouveau coupleur différent des coupleurs déjà soumis à l'essai selon un ou plusieurs des critères donnés en 5.5.5.8.6.

5.5.5.8.3 Sous-groupe 7: 20 échantillons – Essai de fin de vie/ V_{IOTM}

Choisir une condition d'essai à partir de la courbe de durée de vie 1 ppm¹, déterminée en 5.5.5.8.4, dans l'intervalle interpolé des données comme cela est représenté à la Figure 4. Appliquer la tension de contrainte choisie dans les conditions ambiantes qui ont servi à la collecte des données, pour 80 % de la durée de vie prévue.

Exemple:

Choisir $V_{\text{stress}} = 1\,000\text{ V}$; $T_{\text{op}} = 100\text{ °C}$ pour déterminer la durée de vie prévue de 1 500 h.

Appliquer les mêmes conditions ambiantes et de contrainte de tension pendant 1 200 h (1 500 h × 0,8). Les composants au cours de l'essai ne doivent présenter aucun signe de défaillance lors du préconditionnement et de l'essai d'isolement qui suit.

Les parties du sous-groupe 7 ne doivent pas être extraites du sous-groupe 6.

Essai transitoire: après le préconditionnement, une onde sinusoïdale de 50 Hz/60 Hz avec $V_{\text{peak}} = V_{IOTM}$ est appliquée pendant 10 s.

Critère de réussite

Résistance d'isolement $V_{IO} = 500\text{ V}$ en courant continu, $T_{\text{amb}} = 25\text{ °C}$, $R_{IO} \geq 109\Omega$, $t = 1\text{ min}$

5.5.5.8.4 Collecte des données du fabricant pour l'essai de fin de vie/ V_{IORM}

NOTE Voir l'IEC 62539:2007 et l'IEC 61649:2008 pour la censure correcte ou unique.

Critère d'échec: une rupture de l'isolement se produit à la tension transitoire assignée V_{IOTM} des coupleurs, ou sa tension assignée maximale d'isolement aux crêtes répétitives V_{IORM} applique les facteurs de sécurité d'usure définis. Le point de défaillance est atteint lorsque la résistance d'isolement passe en dessous de $2\text{ M}\Omega$ à 500 V en courant continu pour l'isolation principale, sous $4\text{ M}\Omega$ à 500 V en courant continu pour l'isolation renforcée (voir l'IEC 62368-1:2018).

Cette procédure soumet les composants à la défaillance par critère de défaillance. Les données de durée avant défaillance sont analysées selon l'IEC 62539:2007 afin de déterminer la ligne de probabilité de la durée avant défaillance et l'intervalle de confiance pour chaque ensemble de données. Les multiples ensembles de données sont acquis aux conditions spécifiées ci-dessous afin de garantir un effectif d'échantillon, un intervalle de tension d'essai adéquats et un intervalle d'extrapolation cohérent. Les modèles de dégradation des deux matériaux d'isolation primaire SiO_2 et polymère sont spécifiés en 3.38. L'application des données au modèle de dégradation permet le meilleur ajustement de courbe possible, et l'extrapolation fiable de la durée de vie afin de déterminer la tension de fonctionnement de référence (V_{REF}) pour la classe d'isolation exigée.

Le taux de défaillance spécifié sur la durée de vie assignée est de 1 000 ppm pour l'isolation principale et de 1 ppm pour l'isolation renforcée. Ceci est en accord avec le concept d'équivalence de l'isolation renforcée à deux occurrences d'isolation principale en série. Deux facteurs de marge d'essai sont appliqués en plus de la présente exigence. L'un est un facteur de marge d'essai de durée de vie exigé de $1,2 \times$ pour l'isolation principale, et de $1,5 \times$ pour l'isolation renforcée. Le second est un facteur de marge de 20 % appliqué à la tension de

¹ ppm = parties par million

fonctionnement de référence (V_{REF}) afin de réduire la tension de fonctionnement finale maximale.

Les conditions d'essai de contrainte accéléré peuvent dépasser les critères d'essai définis ci-dessus.

La rigidité diélectrique est influencée par la fréquence de la tension appliquée, les données d'essai à 50 Hz/60 Hz peuvent donc ne pas être applicables pour la condition d'utilisation. L'influence des fréquences supérieures à 30 kHz sur la rigidité diélectrique est décrite dans l'IEC 60664-4:2005, Article 6.

Facteur de sécurité de la durée de vie	Valeur assignée de la durée de vie 20 ans	
	Pour l'isolation principale:	équivalent à 24 ans (facteur 1,2)
Facteur de sécurité de la tension de fonctionnement à la durée de vie appliquée	Pour l'isolation renforcée:	équivalent à 30 ans (facteur 1,5)
	Pour l'isolation principale:	$F_{LT} = 1,2$
	Pour l'isolation renforcée:	$F_{LT} = 1,2$
	Tension de la durée de vie extrapolée:	$V_{IORM} = V_{REF}/F_{LT}$
Modèle	Voir l'IEC 62539:2007	
	Pour les isolateurs SiO_2 :	voir 3.38.1
	Pour les isolateurs en polymère à couches minces:	voir 3.38.2
Taux de défaillance accumulé sur la durée de vie assignée (20 ans)	Pour l'isolation principale:	$FROL \leq 1\ 000$ ppm
	Pour l'isolation renforcée:	$FROL \leq 1$ ppm
Fréquence de la tension d'essai	Fréquence de la tension d'essai appliquée – une sinusoïde avec une tension moyenne de 0 V doit être utilisée:	50 Hz/60 Hz
	température de fonctionnement - maximale comme spécifiée dans la fiche technique:	

La méthode d'acquisition et d'analyse des données exige d'appliquer l'effectif d'échantillon et la durée d'essai suivants afin de prendre en charge l'interpolation statistique de la durée de vie. Elle détermine également un intervalle d'extrapolation cohérent pour une prédiction à confiance élevée de la durée de vie de l'isolation dans l'intervalle d'extrapolation (voir la Figure 4 et la Figure 5). Ces points de données sont utilisés pour déterminer V_{IORM} .

Pour les échantillons et pour la méthode appliquée de calcul de la durée de vie, il convient de satisfaire aux critères suivants.

- 1) Tous les échantillons doivent être préconditionnés selon 5.5.5.2.
- 2) Tous les échantillons doivent satisfaire à l'essai individuel de série selon 5.5.2.
- 3) Pour la détermination des niveaux de V_{IORM} , y compris les facteurs de sécurité, trois points de contrainte de tension au moins par température spécifiée comme cela est établi ci-dessous doivent être pris comme base:
 - température de fonctionnement maximale: au moins 16 parties par lot, 3 lots au total;
 - température ambiante: au moins 32 parties par lot, 3 lots au total;
 - au total, 432 échantillons (288 à température ambiante, 144 à température élevée).
- 4) La durée moyenne avant défaillance de la plus basse à la plus élevée aux trois points de contrainte de tension choisis et utilisés pour l'extrapolation doit couvrir deux ordres de grandeur.
- 5) La tension d'essai la plus basse doit produire un point $t_{63} >$ dix millions de secondes ($1E7$ s). Cela est démontré en soumettant à l'essai $1E7$ s et en observant les défaillances dans < 63 % des dispositifs à cette tension.
 La détermination des durées avant défaillance de 1 ppm et de 1 000 ppm à partir de la tension la plus basse exige des défaillances dans la majorité des 10 échantillons ou de 30 % de l'échantillon soumis à l'essai. L'analyse statistique normalisée peut être effectuée si assez de données sont collectées. Pour les besoins du présent document, une exception s'applique lorsqu'aucune défaillance n'est détectée après $1E7$ s. L'essai peut être arrêté et la pente la moins favorable des ensembles de données de la tension la plus élevée (durée la plus courte), la loi de Weibull ou normale doit être appliquée avec par hypothèse une probabilité de défaillance de $1/n$, où n est l'effectif d'échantillon.
 Si le point t_{63} se trouve en dessous de dix millions de secondes ($1E7$ s), la contrainte doit être prolongée jusqu'à ce que 63 % des dispositifs au minimum subissent une défaillance.
- 6) Lors de l'extrapolation de la durée de vie, la ligne de la probabilité maximale (meilleure ligne ajustée) de l'ajustement de courbe du modèle doit être utilisée pour une prédiction de la tension de fonctionnement.
- 7) La pente de l'extrapolation ne peut être référencée qu'à des ensembles existants de données de vraies défaillances.
- 8) L'extrapolation sur la durée doit suivre les dépendances données pour:
 - les isolateurs SiO_2 (voir 3.38.1);
 - les isolateurs en polymère à couches minces (voir 3.38.2).
- 9) Les points de données censurées doivent être partagés avec le laboratoire d'essai.
- 10) Toute défaillance précoce doit être vérifiée afin de savoir s'il s'agit d'une défaillance due à une dégradation des matériaux d'isolation.

La Figure 3, la Figure 4 et la Figure 5 illustrent la procédure d'analyse des données. Elle peut être utilisée comme procédure générale pour analyser la durée de vie de l'isolation dans différentes conditions d'essai non mentionnées dans le présent document.

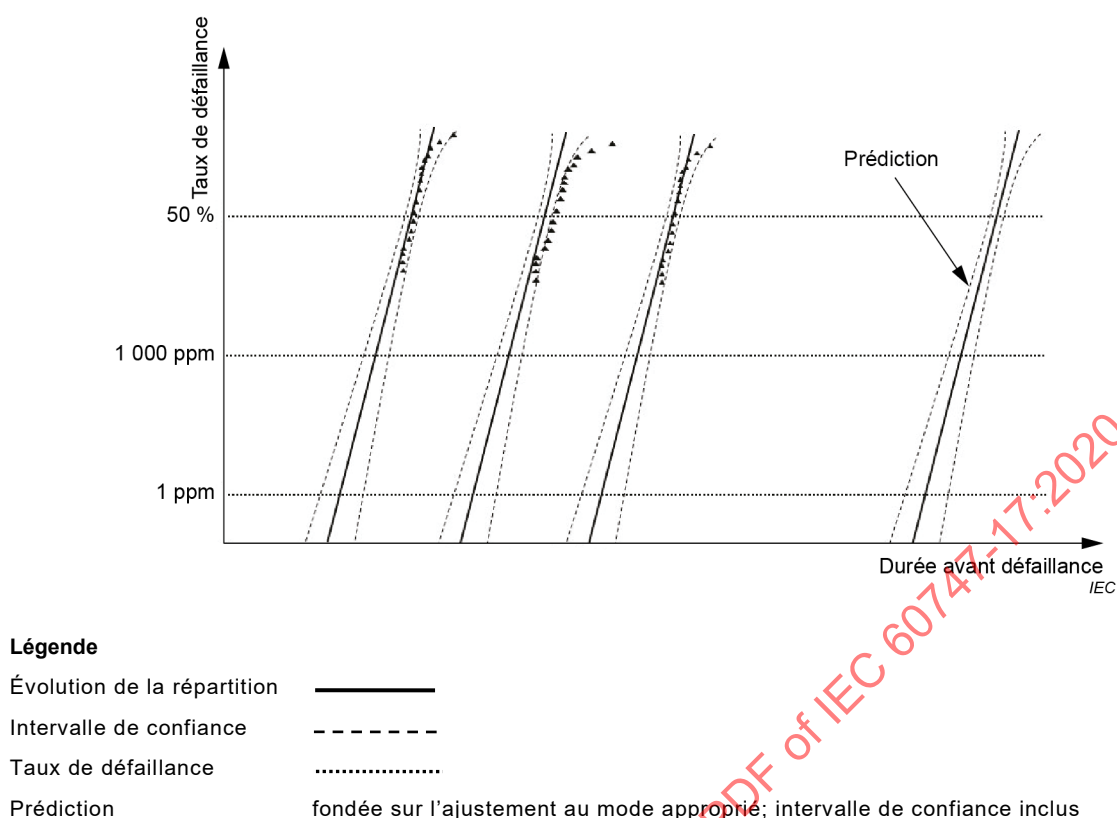


Figure 3 – Détermination de la durée avant défaillance (selon la méthode de 5.5.5.8)

Les défaillances cumulées à une tension d'essai sont analysées avec les procédures de l'IEC 62539:2007. Plusieurs progiciels commerciaux sont disponibles pour aider à la génération de graphiques de probabilité et pour estimer l'intervalle de confiance; l'utilisateur reste cependant responsable de l'exactitude des résultats. La durée avant défaillance aux taux de défaillance exigés peut être extraite de ce graphique.

Le taux de défaillance (ppm) comme cela est défini en 5.5.5.8.4 dépend de la valeur assignée désirée de l'isolation principale ou renforcée.

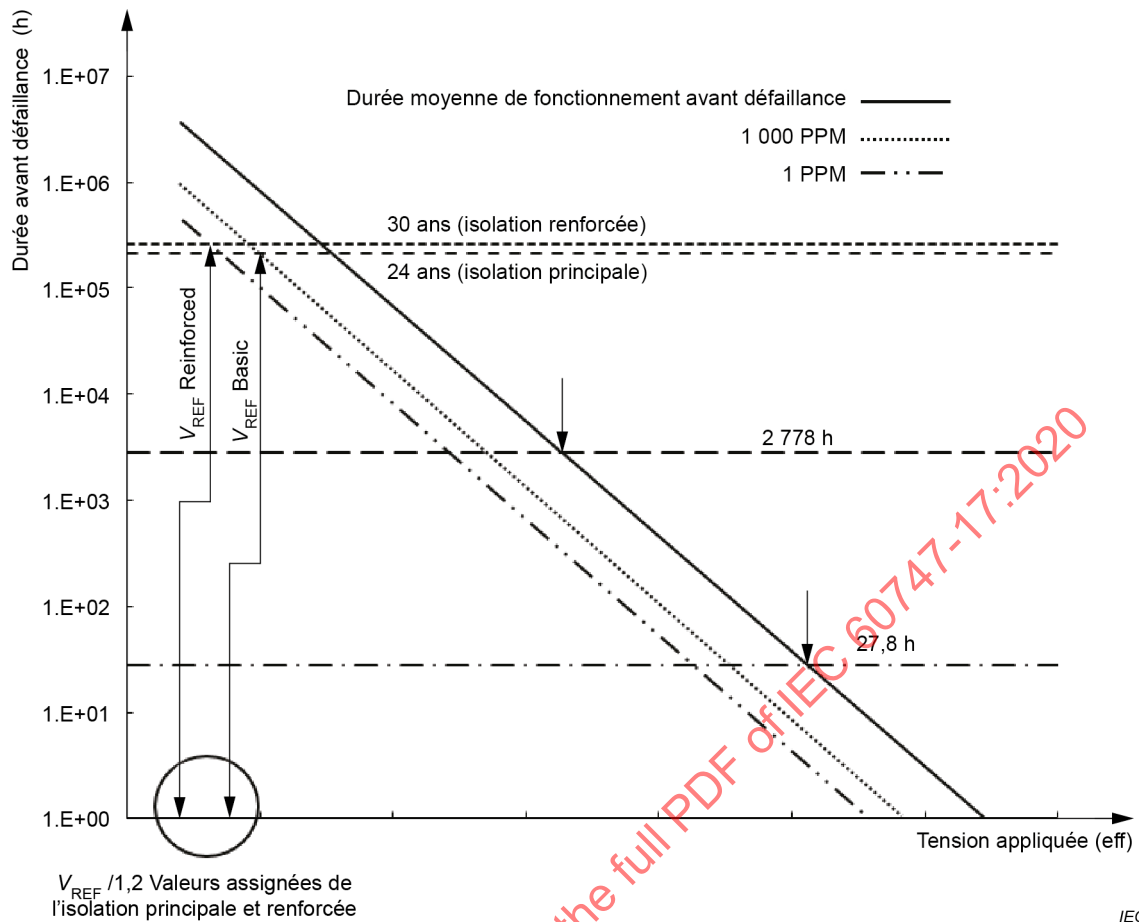


Figure 4 – Détermination de la tension de fonctionnement (selon la méthode de 5.5.5.8 pour le modèle exponentiel)