

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof –
Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units
and transformers for switch mode power supply units for general applications**

**Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et
combinaisons de ces éléments –
Partie 2-16: Exigences particulières et essais pour les blocs d'alimentation à
découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage pour
applications d'ordre général**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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.

IEC online collection - oc.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC online collection - oc.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof –
Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units
and transformers for switch mode power supply units for general applications**

**Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et
combinaisons de ces éléments –
Partie 2-16: Exigences particulières et essais pour les blocs d'alimentation à
découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage pour
applications d'ordre général**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.180

ISBN 978-2-8322-9855-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	10
4 General requirements	11
5 General notes on tests	12
6 Ratings.....	12
7 Classification.....	12
8 Marking and other information	12
9 Protection against electric shock	14
10 Change of input voltage setting	14
11 Output voltage and output current under load	15
12 No-load output voltage	15
13 Short-circuit voltage.....	16
14 Heating.....	16
15 Short-circuit and overload protection	17
16 Mechanical strength	17
17 Protection against harmful ingress of dust, solid objects and moisture.....	17
18 Insulation resistance, dielectric strength and leakage current	17
19 Construction	17
20 Components	18
21 Internal wiring.....	18
22 Supply connection and other external flexible cable or cords	18
23 Terminals for external conductors.....	18
24 Provisions for protective earthing.....	18
25 Screws and connections	18
26 Creepage distances, clearances and distances through insulation.....	18
27 Resistance to heat, fire and tracking.....	32
28 Resistance to rusting	32
Annexes.....	33
Annex AA (normative) Partial discharge (PD) test.....	34
Annex BB (normative) Particular requirements for associated transformers for use in switch mode power supply units with internal frequencies > 500 Hz	35
Annex CC (informative) Example for determination of clearances and creepage distances for associated transformers for use in switch mode power supply units	38
Bibliography.....	40
Figure 101 – Diagram for dimensioning of clearances	19
Figure 102 – Diagram of dimensioning creepage distances.....	24
Figure 103 – Permissible electric field strength for dimensioning of solid insulation in accordance with Formula (2).....	32

Table 101 – Symbols used on SMPS	13
Table 102 – Output voltage ratio	16
Table 103 – Rated impulse voltage	20
Table 104 – Clearances to withstand transient overvoltages for inhomogeneous field	21
Table 105 – Values of clearances for peak working voltages produced in the SMPS for frequencies ≤ 30 kHz	22
Table 106 – Minimum values of clearances in air for inhomogeneous electric field conditions for frequency > 30 kHz	23
Table 107 – Basic or supplementary insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 1)	25
Table 108 – Basic or supplementary insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 2)	26
Table 109 – Basic or supplementary insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 3)	27
Table 110 – Double or reinforced insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 1)	28
Table 111 – Double or reinforced insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 2)	29
Table 112 – Double or reinforced insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 3)	30
Table CC.1 – Conditions	38

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY OF TRANSFORMERS, REACTORS, POWER SUPPLY
UNITS AND COMBINATIONS THEREOF –****Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power
supply units and transformers for switch mode power supply units
for general applications**

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 61558-2-16 has been prepared by IEC technical committee 96: Transformers, reactors, power supply units and combinations thereof.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2009 and amendment 1:2013. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) adjustment of structure and references in accordance with IEC 61558-1:2017;
- b) definitions of different voltage characteristics;
- c) partial discharge and description of constructions moved to IEC 61558-1:2017;
- d) alternative method for dimensioning of **clearances**;
- e) removal of requirements for homogeneous field conditions.

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

FDIS	Report on voting
96/509/FDIS	96/513/RVD

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

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

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

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

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 61558-1:2017.

NOTE When "Part 1" is mentioned in this standard, it refers to IEC 61558-1:2017.

This document supplements or modifies the corresponding clauses in IEC 61558-1:2017, so as to convert that publication into the IEC standard: *Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units for general applications*.

A list of all parts in the IEC 61558 series, published under the general title *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

Where this document states "*addition*", "*modification*" or "*replacement*", the relevant text of IEC 61558-1:2017 is to be adapted accordingly.

In this document, the following print types are used:

- requirements proper: in roman type;
- *test specifications: in italic type*;
- explanatory matter: in smaller roman type.

In the text of this document, the words in **bold** are defined in Clause 3.

Subclauses, notes, figures and tables additional to those in IEC 61558-1:2017 are numbered starting from 101; supplementary annexes are entitled AA, BB, etc.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61558-2-16:2021

INTRODUCTION

IEC TC 96 has a group safety function in accordance with IEC Guide 104 for transformers other than those intended to supply distribution networks, in particular transformers and power supply units intended to allow the application of protective measures against electric shock as defined by TC 64, but in certain cases including the limitation of voltage and horizontal safety function for SELV, in accordance with IEC 60364-4-41.

The group safety function (GSF) is necessary because of responsibility for safety extra-low voltage (SELV) in accordance with IEC 61140:2016, 5.2.6 and IEC 60364-4-41:2017, 414.3.1 or control circuits in accordance with IEC 60204-1:2016, 7.2.4.

The group safety function is needed for each part of IEC 61558-2 because different standards of the IEC 61558 series can be combined in one construction but in certain cases with no limitation of rated output power.

For example, an auto-transformer in accordance with IEC 61558-2-13 can be designed with a separate SELV-circuit in accordance with the particular requirements for IEC 61558-2-6 relating to the general requirements of IEC 61558-1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61558-2-16:2021

SAFETY OF TRANSFORMERS, REACTORS, POWER SUPPLY UNITS AND COMBINATIONS THEREOF –

Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units for general applications

1 Scope

Replacement

This part of IEC 61558 deals with the safety of **switch mode power supply units** and **transformers** for **switch mode power supply units**.

NOTE 1 Safety includes electrical, thermal and mechanical aspects.

Unless otherwise specified, from here onward, the term **SMPS** covers **switch mode power supply units** for general applications.

SMPS covered by this document are air cooled (natural or forced) **independent, associated, stationary, portable**, single-phase or polyphase with the **rated supply voltage** not exceeding 1 000 V AC, the **rated supply frequency** not exceeding 500 Hz, the **rated internal operating frequency** exceeding 500 Hz, but not exceeding 100 MHz, and the **rated output** not exceeding 1 kVA or 1 kW, incorporating **dry-type transformers** with encapsulated or non-encapsulated windings.

NOTE 2 As the maximum **rated supply voltage** of the internal **transformer** is 1 000 V AC, the maximum **rated supply voltage** of the **switch mode power supply unit** can be lower due to the type of rectification.

NOTE 3 For higher frequencies, additional requirements can be necessary. However, this document can be used for guidance.

This document is applicable to **SMPS**, converters and inverters without limitation of the **rated output** subject to an agreement between the purchaser and the manufacturer.

NOTE 4 In the context of this document, converters and inverters are considered to be **SMPS**.

This document applies to:

- a) **SMPS** incorporating **safety isolating transformers** providing **SELV, PELV**, AC or DC **output voltage(s)** or a combination thereof in accordance with IEC 61140 and IEC 60364-4-41 for use with household and other consumer products,
- b) **SMPS** with a maximum **output voltage** not exceeding 1 000 V AC or 1 415 V ripple-free DC for use with household and other consumer products, except for products covered in a),
- c) This document can be used for **transformers** for use in **SMPS** (see Annex BB).

This document does not apply to:

- motor-generator sets;
- uninterruptible power supplies (UPS) in accordance with the IEC 62040 series;
- **SMPS** covered by IEC 61204-7 (i.e. low-voltage power supply devices DC output, performance characteristics) and DC power and distribution equipment and **SMPS** for use in applications covered by IEC 61010-1 and IEC 60601-1;
- lamp control gear covered by the IEC 61347 series;

- external circuits and their components intended to be connected to the input terminals and output terminals of the **SMPS**;
- equipment in accordance with IEC 60065, IEC 60950-1 and IEC 62368-1.

This document can also be used for guidance for products not covered by the scope of this document, the scope of IEC 61204-7 or the scope of the IEC 61347 series.

This document covers the safety requirements for:

- **SMPS** incorporating **separating transformers** for general use corresponding to IEC 61558-2-1;
- **SMPS** incorporating **isolating transformers** for general use corresponding to IEC 61558-2-4;
- **SMPS** incorporating **safety isolating transformers** for general use corresponding to IEC 61558-2-6;
- **SMPS** incorporating **auto-transformers** for general use corresponding to IEC 61558-2-13.

For **SMPS** for specific applications corresponding to the other documents of the IEC 61558-2 series, the necessary requirements of the relevant documents of the IEC 61558-2 series are applicable. In addition, the requirements listed in this document apply. Where two requirements are in conflict, the more severe takes precedence.

The **no-load output voltage** or the **rated output voltage** of **SMPS** does not exceed:

- 1 000 V AC or 1 415 V ripple-free DC when **SMPS** incorporating **separating transformers** or **auto-transformers** are used;
- 500 V AC or 708 V ripple-free DC when **SMPS** incorporating **isolating transformers** are used;
- 50 V AC or 120 V ripple-free DC when **SMPS** incorporating **safety isolating transformers** is used.

The **no-load output voltage** or the **rated output voltage** of **independent SMPS** is not less than:

- 50 V AC or 120 V ripple-free DC when **separating transformers**, **isolating transformers** or **auto-transformers** are used.

Attention is drawn to the following:

- additional requirements for **SMPS** intended to be used in vehicles, on board ships and aircraft (from other applicable standards, national rules, etc.);
- measures to protect the **enclosure** and the components inside the enclosure against external influences such as fungus, vermin, termites, solar-radiation and icing;
- the different conditions for transportation, storage and operation of the **SMPS**;
- additional requirements in accordance with other appropriate standards and national rules can be applicable to **SMPS** intended for use in special environments.

Future technological development of **SMPS** can necessitate a need to increase the upper limit of the frequencies. Until then, this document can be used as a guidance document.

This group safety publication focusing on safety guidance is primarily intended to be used as a product safety standard for the products mentioned in the scope, but is also intended to be used by TCs in the preparation of publications for products similar to those mentioned in the scope of this group safety publication, in accordance with the principles laid down in IEC Guide 104 and ISO/IEC Guide 51.

One of the responsibilities of a TC is, wherever applicable, to make use of BSPs and/or GSPs in the preparation of its publications.

2 Normative references

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

Addition:

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

IEC 61558-1:2017, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61558-2-1, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and combinations thereof – Part 2-1: Particular requirements and tests for separating transformers and power supplies incorporating separating transformers for general applications*

IEC 61558-2-4, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-4: Particular requirements and tests for isolating transformers and power supply units incorporating isolating transformers for general applications*

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers for general applications*

IEC 61558-2-13, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-13: Particular requirements and tests for auto transformers and power supply units incorporating auto transformers*

3 Terms and definitions

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

Replacement:

For the purposes of this document, the terms and definitions given in Part 1 apply.

The term **transformer** in Part 1 also designates an **SMPS** as defined in this document.

In Annex BB, the term **transformer** applies to a **transformer** for **SMPS**.

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

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

*Replacement:***3.3.8****working voltage**

highest RMS value of the AC or DC voltage that can occur (locally) across any insulation at **rated supply voltage** under no-load or normal operating conditions, transients being disregarded

Note 1 to entry: The **working voltage** between any point in the circuit supplied by electrical power sources and other isolated parts shall be assumed to be:

- the rated supply voltage, or
- the measured **working voltage**

whichever is greater.

Note 2 to entry: When considering the insulation system between windings not intended to be connected together, the **working voltage** is considered to be the highest voltage occurring on any of these windings.

Note 3 to entry: On three-phase systems, the **working voltage** can be different from the nominal voltage.

3.5.101**peak working voltage**

peak value of the **working voltage**, including any DC component and any repetitive peak impulses generated in the **SMPS**

Note 1 to entry: Details about **peak working voltages** can be found in IEC 60664-1:2007, Figure 1.

[SOURCE: IEC 60050-903:2014, 903-04-02, modified – "equipment" replaced by "SMPS" and Note 1 to entry has been added]

3.5.102**rated impulse voltage**

impulse withstand voltage value assigned by the manufacturer to the equipment or to a part of it, characterizing the specified withstand capability of its insulation against transient overvoltages

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.9.2]

3.7.101**inhomogeneous electric field**

electric field which does not have an essentially constant voltage gradient between electrodes (non-uniform field)

Note 1 to entry: The inhomogeneous field condition of a point-plane electrode configuration is the worst case with regard to voltage withstand capability and is referred to as case A in IEC 60664-1. It is represented by a point electrode having a 30 µm radius and a plane of 1 m × 1 m.

Note 2 to entry: For frequencies exceeding 30 kHz, the field is considered to be inhomogeneous when the radius of curvature of the conductive parts is less than 20% of the clearance

[SOURCE: IEC 60050-442:2014, 442-09-03, modified – The term "non-uniform electric field" has been omitted, and "(non-uniform field)" has been added to the definition.]

4 General requirements

This clause of Part 1 is applicable.

5 General notes on tests

This clause of Part 1 is applicable.

6 Ratings

This clause of Part 1 is applicable, except as follows:

Addition

6.101 The **rated output voltage** shall not exceed:

- 1 000 V AC or 1 415 V ripple-free DC for **SMPS** incorporating **separating transformers** or **auto-transformers**;
- 500 V AC or 708 V ripple-free DC for **SMPS** incorporating **isolating transformers**;
- 50 V AC or 120 V ripple-free DC for **SMPS** incorporating **safety isolating transformers**.

For **independent SMPS** incorporating **separating transformers**, **isolating transformers** or **auto-transformers**, the **rated output voltage** shall exceed 50 V AC or 120 V ripple-free DC.

6.102 The **rated output** of the **SMPS** shall not exceed 1 kVA or 1 kW.

SMPS without limitation of the rated output shall be subject to agreement between the purchaser and the manufacturer.

NOTE See Annex BB for a **transformer** incorporated in an **SMPS**.

6.103 The rated supply frequency shall not exceed 500 Hz.

6.104 The rated internal operating frequency shall not exceed 100 MHz.

6.105 The **rated supply voltage** shall not exceed 1 000 V AC.

Compliance with 6.101 to 6.105 is checked by inspection of the marking.

7 Classification

This clause of Part 1 is applicable.

8 Marking and other information

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

8.1 h)

Replacement

relevant graphical symbols shown in Table 101 that indicate the kind of **transformer** in addition with the symbol for **SMPS**. If an IP00 **transformer** or and **associated transformers** have circuits corresponding to different documents of the IEC 61558-2 series in the same construction (e.g. **SELV output circuit** in accordance with IEC 61558-2-6 and 230 V **output circuit** in accordance with IEC 61558-2-4), the relevant symbols have to be used. The term **transformer** shall be replaced by **SMPS**, except for the marking that applies to **incorporated transformers** and **incorporated SMPS**;

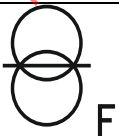
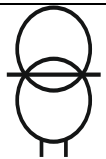
8.11

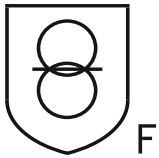
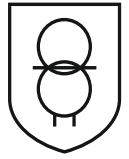
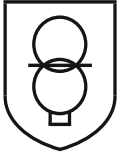
Addition

The symbol for **SMPS** shall be used in conjunction with the symbol to indicate the type of **transformer(s)** that is/are incorporated.

Table 101 covers the symbols for **transformers** corresponding to the basic kinds of transformers.

Table 101 – Symbols used on SMPS

Symbol or graphical symbol	Explanation or title	Identification
	SMPS (Switch mode power supply unit)	IEC 60417-6190:2013-10
	SMPS incorporating a fail-safe separating transformer	IEC 60417-5156:2003-08
	SMPS incorporating a non-short-circuit-proof separating transformer	IEC 60417-5223:2002-10
	SMPS incorporating a short-circuit-proof separating transformer (inherently or non-inherently)	IEC 60417-5220:2002-10
	SMPS incorporating a fail-safe isolating transformer	IEC 60417-5221:2002-10
	SMPS incorporating a non-short-circuit-proof isolating transformer	IEC 60417-5944:2013-06

Symbol or graphical symbol	Explanation or title	Identification
	SMPS incorporating a short-circuit-proof isolating transformer (inherently or non-inherently)	IEC 60417-5945:2013-06
	SMPS incorporating a fail-safe safety isolating transformer	IEC 60417-5222:2002-10
	SMPS incorporating a non-short-circuit-proof safety isolating transformer	IEC 60417-5946:2002-10
	SMPS incorporating a short-circuit-proof safety isolating transformer (inherently or non-inherently)	IEC 60417-5947:2002-10
	SMPS incorporating a fail-safe auto-transformer	IEC 60417-5941:2002-10
	SMPS incorporating a non-short-circuit proof auto-transformer	IEC 60417-5942:2002-10
	SMPS incorporating a short-circuit proof auto-transformer (inherently or non-inherently)	IEC 60417-5943:2002-10

9 Protection against electric shock

This clause of Part 1 is applicable.

10 Change of input voltage setting

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

Addition

10.101 A wide range (e.g. 100 V AC to 240 V AC) of **supply voltage** is allowed if the **output voltage** does not exceed the **rated output voltage** and the **no-load output voltage** does not exceed the limits of the output voltage deviation in accordance with the type of **transformer** feeding the appropriate **output circuit**.

11 Output voltage and output current under load

This clause of Part 1 is applicable.

12 No-load output voltage

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

Addition

The **no-load output voltage** is measured when the **SMPS** is connected to the **rated supply voltage** at the **rated supply frequency** at ambient temperature.

12.101 The **no-load output voltage** shall not exceed:

- 1 000 V AC or 1 415 V ripple-free DC for **SMPS** incorporating **separating transformers** or **auto-transformers**;
- 500 V AC or 708 V ripple-free DC for **SMPS** incorporating **isolating transformers**;
- 50 V AC or 120 V ripple-free DC for **SMPS** incorporating **safety isolating transformers**.

For **independent SMPS** incorporating **separating transformers**, **isolating transformers** or **auto-transformers**, the **no-load output voltage** shall exceed 50 V AC or 120 V ripple-free DC.

For **independent SMPS** this **output voltage** limitation applies even when **output windings**, not intended for interconnection, are connected in series.

The requirement for series connection does not apply to associated or IP 00 **SMPS**.

12.102 The difference between the **no-load output voltage** and the **output voltage** under rated load shall not be excessive.

*The ratio between the **no-load output voltage** measured in Clause 12 and the **output voltage** under load measured during the test of Clause 11, expressed as a percentage of the latter voltage, shall not exceed the values shown in Table 102.*

The ratio is determined by Formula (1):

$$\frac{U_{\text{no-load}} - U_{\text{load}}}{U_{\text{load}}} \times 100(\%) \quad (1)$$

where

$U_{\text{no-load}}$ is the no-load output voltage, expressed in V

U_{load} is the output voltage under load, expressed in V

Table 102 – Output voltage ratio

Rated output VA	Ratio between no-load output voltage and output voltage under load %
up to and including 63	20
over 63 up to and including 250	15
over 250 up to and including 630	10
over 630	5

*Compliance with the requirements of 12.101 and 12.102 is checked by measuring the **no-load output voltage** at the **ambient temperature** when the **SMPS** is connected to the **rated supply voltage** at the **rated supply frequency**.*

The ratio shall not exceed the values shown in Table 102.

NOTE The values of Table 102 are based on the values of IEC 61558-2-4 and are also applicable to **SMPS** in accordance with IEC 61558-2-1, IEC 61558-2-6, and IEC 61558-2-13.

12.103 Unless otherwise specified by the manufacturer, **SMPS** shall be tested with a length of 20 cm and 200 cm of wire connected to the **output terminals** under the most unfavourable conditions. Twisted wires or cables rated in accordance with IEC 60227-5:2011 (type 60227 IEC 53) may be used. The cross-sectional area of the conductors shall be determined in accordance with the **rated output** current of the **SMPS** and the current density shall not exceed 5 A/mm² in normal use.

NOTE The current density for 12.103 is only required for the external connecting wire of the test.

13 Short-circuit voltage

This clause of Part 1 is applicable.

14 Heating

This clause of Part 1 is applicable, except as follows:

Addition

14.101 For **SMPS** incorporating transformers with internal frequencies higher than 500 Hz, thermocouples or equivalent means of measuring the temperatures may be used to determine the temperature of the windings and the insulating materials.

*The maximum values of Table 2 in IEC 61558-1:2017 for winding temperatures shall be reduced by 10°C for the thermocouple measurements. The thermocouples shall be mounted only on accessible surfaces of the incorporated **transformers**.*

The thermocouples should not be integrated in the windings.

14.102 **SMPS** shall be tested at 0,9 times and 1,1 times the **rated supply voltage**.

15 Short-circuit and overload protection

This clause of Part 1 is applicable, except as follows:

Addition

15.101 Electronic circuits shall be so designed and applied that a fault condition within the **SMPS** will not cause electric shock, or fire hazard, and unintentional operation of the appliance will not impair safety.

Compliance is checked by evaluation of the fault condition specified in Annex H of Part 1.

16 Mechanical strength

This clause of Part 1 is applicable.

17 Protection against harmful ingress of dust, solid objects and moisture

This clause of Part 1 is applicable.

18 Insulation resistance, dielectric strength and leakage current

This clause of Part 1 is applicable, except as follows.

Addition

18.3.1.101 For **transformers** incorporated in an **SMPS** in accordance with Annex BB, a partial discharge type test in accordance with Annex AA shall be performed.

18.4 does not apply.

Addition

18.101 SMPS shall fulfil the impulse dielectric test in accordance with Annex R of IEC 61558-1:2017.

*After the test of 18.3, the **SMPS** shall be connected to the impulse test equipment. The impulse dielectric test shall be carried out in accordance with Annex R of IEC 61558-1:2017 between the input and output terminals of the **SMPS**. The interval between the impulses shall be at least 1 s if the impulses are produced inside the **SMPS**.*

*During the test, there shall be no breakdown of the insulation between turns of a winding, between **input** and **output circuits**, between adjacent **input** or **output circuits**, or between the windings and any conductive core.*

19 Construction

This clause of Part 1 is applicable and general requirements for **SMPS** incorporating separating-, isolating-, safety isolating- or auto-transformers are defined in 19.1 of Part 1.

20 Components

This clause of Part 1 is applicable.

21 Internal wiring

This clause of Part 1 is applicable.

22 Supply connection and other external flexible cable or cords

This clause of Part 1 is applicable.

23 Terminals for external conductors

This clause of Part 1 is applicable.

24 Provisions for protective earthing

This clause of Part 1 is applicable.

25 Screws and connections

This clause of Part 1 is applicable.

26 Creepage distances, clearances and distances through insulation

This clause of Part 1 is applicable, except as follows:

Addition

Creepage distances and clearances between tracks of **electronic circuits** shall be checked in accordance with the tests described in H.4 of IEC 61558-1:2017.

SMPS shall comply with the requirements of 26.101 to 26.106.

NOTE Some practical examples for the determination of **clearances** and **creepage distances** for **associated transformers** incorporated in an **SMPS** can be found in Annex CC.

26.101 Creepage distances and distances through insulation given in Table 21, Table 22 and Table 23 of IEC 61558-1:2017 are generally applicable.

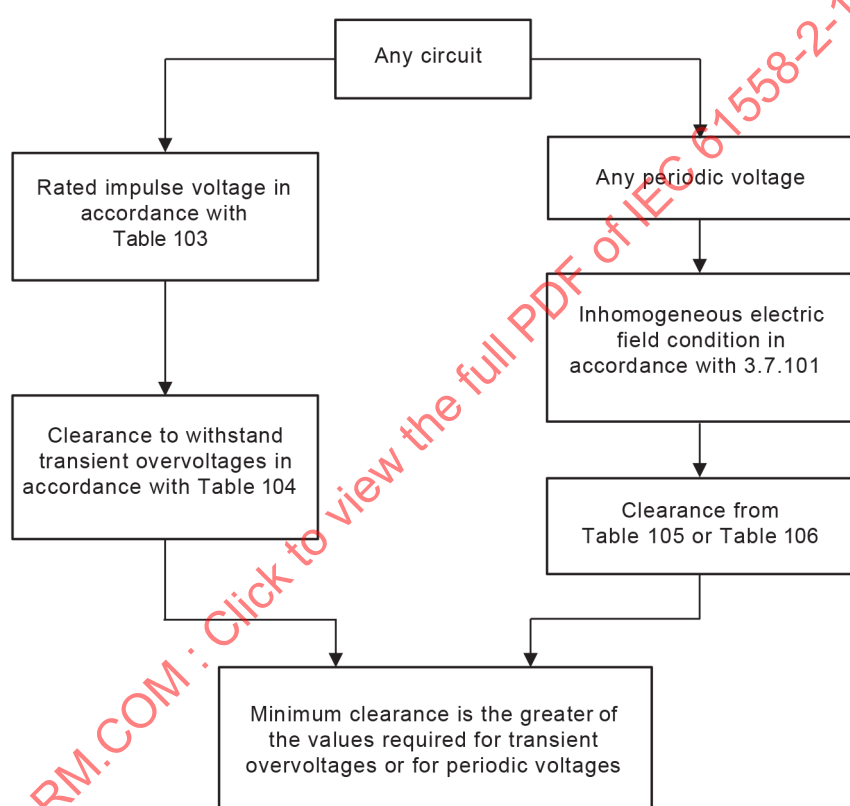
26.102 In compliance with IEC 60664-4:2005, the requirements of 26.103 to 26.106 for creepage distances, clearances and solid insulation are required above 30 kHz and up to the frequency of 3 MHz. For frequencies above 3 MHz, the tests in accordance with 7.4 and 7.5 of IEC 60664-4:2005, high-frequency testing (high-frequency high-voltage test and high-frequency partial discharge test) shall be carried out.

26.103 Clearance

Dimensioning diagram

Figure 101 and Figure 102 show the relationships between the factors influencing the dimensioning of **clearances** and **creepage distances** for insulation coordination. The diagrams highlight the major factors and are not intended to substitute for a full review of the relevant subclauses. In particular they do not take into account the homogeneous electric field situation (case B values), more precise dimensioning of **clearances** for frequencies between f_{crit} and f_{min} and dimensioning of solid insulation in order to avoid testing with HF-voltages.

It is to be noted that the dimensioning procedures for **clearances** and creepage are independent. Therefore, where a **clearance** and a **creepage distance** are coincidental over the same insulating surface, the larger of the **clearance** or the **creepage distance** is to be used.



IEC

NOTE This dimensioning diagram is taken from Annex F of IEC 60664-4:2005 and modified in accordance with the IEC 61558 series and the approximately homogeneous field is not considered.

Figure 101 – Diagram for dimensioning of clearances

a) Two determinations of the **clearances** are necessary for frequencies > 30 kHz (Figure 101 shows the principle):

- determination based on the **rated impulse voltage** of the **rated supply voltage** in accordance with Table 103 and Table 104.
- determination based on the measured **peak working voltage** in accordance with Table 106.

The most severe value of the required **clearances** takes precedence.

b) Two determinations of the **clearances** are necessary for frequencies ≤ 30 kHz (Figure 101 shows the principle):

- determination based on the **rated impulse voltage** of the **rated supply voltage** in accordance with Table 103 and Table 104.
- determination based on the measured **peak working voltage** in accordance with Table 105.

The most severe value of the required **clearances** takes precedence.

For **reinforced insulation**, the value corresponding to the next higher **rated impulse voltage** or **peak working voltage** shall be used.

NOTE **Clearances** to withstand transient overvoltages are specified in Table F.2 of IEC 60664-1:2007

Table 103 – Rated impulse voltage

Rated supply voltage V	Rated impulse voltage V			
	Overvoltage category			
	OVC I	OVC II	OVC III	OVC IV
≤ 50	330	500	800	1 500
100	500	800	1 500	2 500
150	800	1 500	2 500	4 000
300	1 500	2 500	4 000	6 000
600	2 500	4 000	6 000	8 000
1 000	4 000	6 000	8 000	12 000
^a	6 000	8 000	12 000	20 000
Interpolation is not permitted				
^a This line is only for calculation of reinforced insulation for rated supply voltage 1 kV.				

Table 104 – Clearances to withstand transient overvoltages for inhomogeneous field

Rated impulse voltage V	Minimum clearances in air up to 2 000 m above sea level		
	mm		
	Pollution degree		
	P1	P2	P3
330	-	0,2	0,8
500	-		
800	-		
1 500	-	0,5	1,5
2 500	-	1,5	
4 000	-	3,0	
6 000	-	5,5	5,5
8 000	-	8,0	8,0
12 000	-	14	14
20 000	-	25	25
Interpolation is not permitted for transients			
For functional insulation no clearances are required			
The minimum values for clearances in this table are applicable in air up to 2000 m above sea level. For higher values use IEC 60664-1:2007 Table A.2.			
Interpolation is allowed for the altitude factor in accordance with IEC 60664-1:2007 Table A.2.			

Table 105 – Values of clearances for peak working voltages produced in the SMPS for frequencies ≤ 30 kHz

Peak working voltage V	Clearances for the Inhomogeneous electric field	
	mm	
	Basic insulation	Double or reinforced insulation
330	0,01	0,04
400	0,02	0,07
500	0,04	0,13
600	0,06	0,2
800	0,13	0,5
1 000	0,26	0,87
1 200	0,42	1,18
1 500	0,76	1,7
2 000	1,27	2,7
2 500	1,8	3,8
3 000	2,4	5,4
4 000	3,8	8,5
5 000	5,7	11
6 000	7,9	14,4
8 000	11,0	20,6

The values of Table 105 are based on Table F.7a of IEC 60664-1:2007. The values of **double** or **reinforced insulation** are calculated in accordance with IEC 60664-1 with the factor 1,6 of the voltage (peak withstand voltage).

The minimum values for clearances in this table are applicable in air up to 2 000 m above sea level. For higher values, use IEC 60664-1:2007, Table A.2.

Interpolation is allowed for the peak working voltage and altitude factor in accordance with IEC 60664-1:2007, Table A.2.

If the value of the **clearance** found in Table 105 is less than the value required in Table 104, then the value of Table 104 shall apply.

Table 106 – Minimum values of clearances in air for inhomogeneous electric field conditions for frequency > 30 kHz

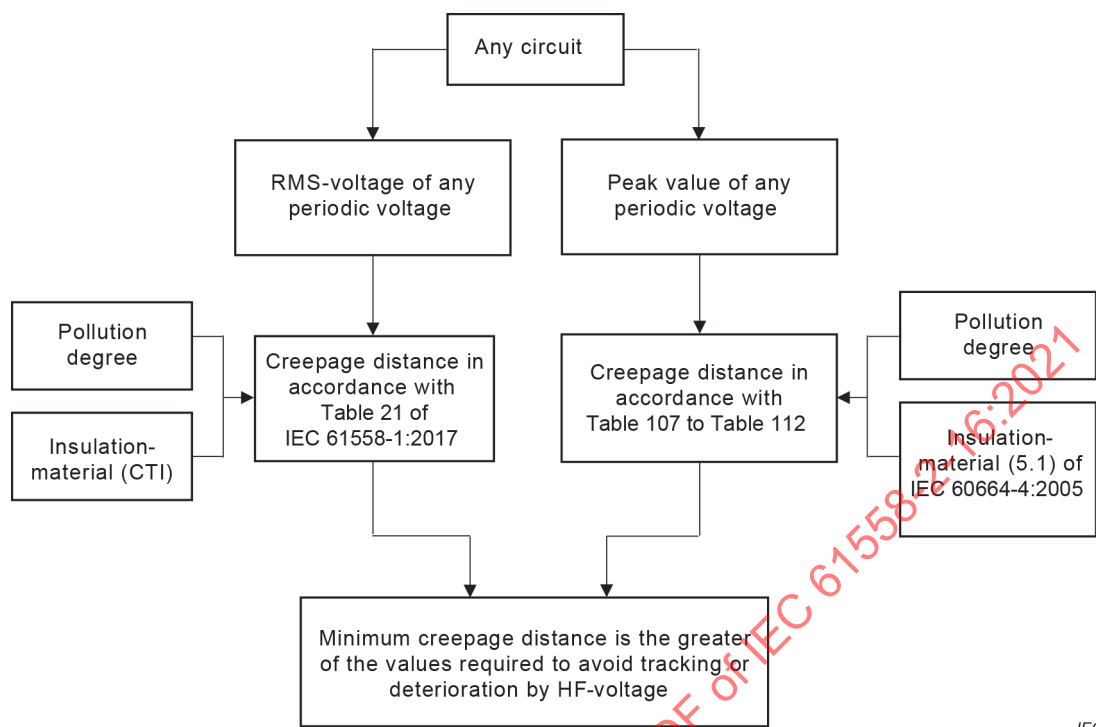
Peak working voltage V	Basic- or supplementary insulation Clearance (mm)	Double or reinforced insulation Clearance (mm)
Up to 600	0,06	0,12
800	0,18	0,36
1 000	0,5	1,0
1 200	1,4	2,8
1 400	2,35	4,7
1 600	4,0	8,0
1 800	6,7	13,4
2 000	11	22,0
The values of Table 106 are based on Table 1 of IEC 60664-4:2005, the values of double or reinforced insulation are twice the values of basic insulation in accordance with IEC 60664-1:2007. The minimum values for clearances in this table are applicable in air up to 2 000 m above sea level. For higher values, use IEC 60664-1:2007, Table A.2. Interpolation is allowed for the peak working voltage and altitude factor in accordance with IEC 60664-1:2007, Table A.2. Interpolation is allowed.		

If the value of the **clearance** found in Table 106 is less than the value required in Table 104 then the value of Table 104 shall apply.

26.104 The working voltages of Table 105 and Table 106 for determination of clearances are peak working voltages.

All **peak working voltages** including μ s-peaks shall be used to determine **clearances** in accordance with Table 105 and Table 106.

26.105 Creepage distances



IEC

NOTE This dimensioning diagram is taken from Annex F of IEC 60664-4:2005 and modified in accordance with the IEC 61558 series.

Figure 102 – Diagram of dimensioning creepage distances

Two determinations of the **creepage distances** are necessary (Figure 102 shows the principle):

- determination based on the measured RMS working voltage in accordance with Table 21 of IEC 61558-1:2017;
- determination based on the measured **peak working voltage** in accordance with Table 107 to Table 112 and the fundamental frequency shall be considered.

A high-frequency RMS ripple voltage content not more than 10% can be neglected.

The values in Table 107 to Table 112 do not take into account the effects of tracking phenomena for frequencies above 30 kHz. The **peak working voltage** also includes any DC component and any repetitive peak impulse, generated by the **SMPS**, of the **working voltage**.

The most severe value of the required **creepage distances** in accordance with Table 107 to Table 112 for frequencies above 30 kHz and the relevant values in Table 21 of IEC 61558-1:2017 shall take precedence.

Table 107 – Basic or supplementary insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 1)

Peak working voltage	Creepage distance mm												
	30 kHz $< f \leq$ 100 kHz	100 kHz $< f \leq$ 150 kHz	150 kHz $< f \leq$ 200 kHz	200 kHz $< f \leq$ 300 kHz	300 kHz $< f \leq$ 400 kHz	400 kHz $< f \leq$ 500 kHz	500 kHz $< f \leq$ 600 kHz	600 kHz $< f \leq$ 700 kHz	700 kHz $< f \leq$ 800 kHz	800 kHz $< f \leq$ 900 kHz	900 kHz $< f \leq$ 1 MHz	1 MHz $< f \leq$ 2 MHz	2 MHz $< f \leq$ 3 MHz
kV ^a													
0,1	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30
0,2	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	2,80
0,3	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,80	20,00
0,4	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,24	0,30	0,35	4,50	-
0,5	0,18	0,19	0,19	0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,77	1,13	1,50	20,00	-
0,6	0,27	0,27	0,27	0,34	0,40	0,55	0,70	0,85	2,23	3,62	5,00	-	-
0,7	0,36	0,37	0,38	0,53	0,68	1,09	1,49	1,90	7,93	13,97	20,00	-	-
0,8	0,45	0,50	0,55	0,83	1,10	2,00	2,90	3,80	-	-	-	-	-
0,9	0,53	0,67	0,82	1,36	1,90	4,17	6,43	8,70	-	-	-	-	-
1,0	0,60	0,88	1,15	2,08	3,00	8,00	13,00	18,00	-	-	-	-	-
1,1	0,68	1,19	1,70	3,35	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2	0,85	1,63	2,40	5,30	8,20	-	-	-	-	-	-	-	-
1,3	1,20	2,35	3,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,4	1,65	3,33	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	2,30	4,80	7,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6	3,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,7	4,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,8	6,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A dash (–) in the table, indicates that a creepage distance for this frequency is not specified. These values are under consideration. Interpolation is allowed.

^a The voltage in this column is the highest **peak working voltage** of the high frequency voltage. This voltage can occur across the insulation between the **input** and **output circuit** at **rated supply voltage** and under normal operations. The **output circuit** is earthed for the measurement of this voltage. Transients are included

If the value of the **creepage distance** is lower than the value of the **clearance**, the value of the **clearance** shall be applicable for the **creepage distance**.

The **peak working voltage** also includes any DC voltage and any repetitive peak impulse generated by the **SMPS** (see 26.105). A measurement based on RMS values shall also be made (see 26.104 and Table 107).

Table 108 – Basic or supplementary insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 2)

Peak working voltage	Creepage distance mm														
	30 kHz < f ≤ 100 kHz	100 kHz < f ≤ 150 kHz	150 kHz < f ≤ 200 kHz	200 kHz < f ≤ 300 kHz	300 kHz < f ≤ 400 kHz	400 kHz < f ≤ 500 kHz	500 kHz < f ≤ 600 kHz	600 kHz < f ≤ 700 kHz	700 kHz < f ≤ 800 kHz	800 kHz < f ≤ 900 kHz	900 kHz < f ≤ 1 MHz	1 MHz < f ≤ 2 MHz	2 MHz < f ≤ 3 MHz		
0,1	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36		
0,2	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	3,36		
0,3	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,96	24,00		
0,4	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,29	0,36	0,42	5,40	-		
0,5	0,22	0,22	0,23	0,26	0,30	0,36	0,42	0,48	0,92	1,36	1,80	24,00	-		
0,6	0,32	0,32	0,32	0,40	0,48	0,66	0,84	1,02	2,68	4,34	6,00	-	-		
0,7	0,43	0,44	0,46	0,64	0,82	1,30	1,79	2,28	9,52	16,76	24,00	-	-		
0,8	0,54	0,60	0,66	0,99	1,32	2,40	3,48	4,56	-	-	-	-	-		
0,9	0,63	0,81	0,98	1,63	2,28	5,00	7,72	10,44	-	-	-	-	-		
1,0	0,72	1,05	1,38	2,49	3,60	9,60	15,60	21,60	-	-	-	-	-		
1,1	0,82	1,43	2,04	4,02	6,00	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,2	1,02	1,95	2,88	6,36	9,84	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,3	1,44	2,82	4,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,4	1,98	3,99	6,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,5	2,76	5,76	8,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,6	3,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,7	5,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,8	7,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

A dash (–) in the table, indicates that a creepage distance for this frequency is not specified. These values are under consideration. Interpolation is allowed.

^a The voltage in this column is the highest **peak working voltage** of the high frequency voltage. This voltage can occur across the insulation between the **input** and **output circuit** at **rated supply voltage** and under normal operations. The **output circuit** is earthed for the measurement of this voltage. Transients are included.

If the value of the **creepage distance** is lower than the value of the **clearance**, the value of the **clearance** shall be applicable for the **creepage distance**. The **peak working voltage** also includes any DC voltage and any repetitive peak impulse generated by the **SMPS** (see 26.105). A determination based on RMS values shall also be made (see 26.104 and Table 108).

Table 109 – Basic or supplementary insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 3)

Peak working voltage	Creepage distance mm														
	30 kHz < f ≤ 100 kHz	100 kHz < f ≤ 150 kHz	150 kHz < f ≤ 200 kHz	200 kHz < f ≤ 300 kHz	300 kHz < f ≤ 400 kHz	400 kHz < f ≤ 500 kHz	500 kHz < f ≤ 600 kHz	600 kHz < f ≤ 700 kHz	700 kHz < f ≤ 800 kHz	800 kHz < f ≤ 900 kHz	900 kHz < f ≤ 1 MHz	1 MHz < f ≤ 2 MHz	2 MHz < f ≤ 3 MHz		
0,1	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42		
0,2	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	3,92		
0,3	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,12	28,00		
0,4	0,18	0,18	0,18	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27	0,34	0,42	0,49	6,30	-		
0,5	0,26	0,26	0,27	0,31	0,35	0,42	0,49	0,56	1,07	1,59	2,10	28,00	-		
0,6	0,37	0,38	0,38	0,47	0,56	0,77	0,98	1,19	3,13	5,06	7,00	-	-		
0,7	0,50	0,52	0,53	0,74	0,95	1,52	2,09	2,66	11,11	19,55	28,00	-	-		
0,8	0,63	0,70	0,77	1,16	1,54	2,80	4,06	5,32	-	-	-	-	-		
0,9	0,74	0,94	1,15	1,90	2,66	5,83	9,01	12,18	-	-	-	-	-		
1,0	0,84	1,23	1,61	2,91	4,20	11,20	18,20	25,20	-	-	-	-	-		
1,1	0,96	1,67	2,38	4,69	7,00	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,2	1,19	2,28	3,36	7,42	11,48	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,3	1,68	3,29	4,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,4	2,31	4,66	7,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,5	3,22	6,72	10,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,6	4,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,7	6,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,8	8,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

A dash (-) in the table, indicates that a creepage distance for this frequency is not specified. These values are under consideration.
Interpolation is allowed.

^a The voltage in this column is the highest **peak working voltage** of the high frequency voltage. This voltage may occur across the insulation between the **input** and **output circuit** at **rated supply voltage** and under normal operations. The **output circuit** is earthed for the measurement of this voltage. Transients are included.

If the value of the **creepage distance** is lower than the value of the **clearance**, the value of the **clearance** shall be applicable for the **creepage distance**. The **peak working voltage** also includes any DC voltage and any repetitive peak impulse generated by the **SMPS** (see 26.105). A determination based on RMS values is also required (see 26.104 and Table 109).

Table 110 – Double or reinforced insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 1)

Peak working voltage	Creepage distance															
	mm															
kV ^a	30 kHz < f ≤ 100 kHz	100 kHz < f ≤ 150 kHz	150 kHz < f ≤ 200 kHz	200 kHz < f ≤ 300 kHz	300 kHz < f ≤ 400 kHz	400 kHz < f ≤ 500 kHz	500 kHz < f ≤ 600 kHz	600 kHz < f ≤ 700 kHz	700 kHz < f ≤ 800 kHz	800 kHz < f ≤ 900 kHz	900 kHz < f ≤ 1 MHz	1 MHz < f ≤ 2 MHz	2 MHz < f ≤ 3 MHz	3 MHz < f ≤ 5 MHz	5 MHz < f ≤ 10 MHz	10 MHz < f ≤ 20 MHz
0,1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	-	-
0,2	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-
0,3	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	1,60	40,00	-
0,4	0,25	0,26	0,26	0,28	0,30	0,33	0,35	0,38	0,49	0,59	0,70	9,00	-	-	-	-
0,5	0,37	0,37	0,38	0,44	0,50	0,60	0,70	0,80	1,53	2,27	3,00	40,00	-	-	-	-
0,6	0,53	0,54	0,54	0,67	0,80	1,10	1,40	1,70	4,47	7,23	10,00	-	-	-	-	-
0,7	0,72	0,74	0,76	1,06	1,36	2,17	2,99	3,80	15,87	27,93	40,00	-	-	-	-	-
0,8	0,90	1,00	1,10	1,65	2,20	4,00	5,80	7,60	-	-	-	-	-	-	-	-
0,9	1,05	1,35	1,64	2,72	3,80	8,33	12,87	17,40	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0	1,20	1,75	2,30	4,15	6,00	16,00	26,00	36,00	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1	1,37	2,38	3,40	6,70	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2	1,70	3,25	4,80	10,60	16,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,3	2,40	4,70	7,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,4	3,30	6,65	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	4,60	9,60	14,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6	6,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,7	8,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,8	12,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A dash (–) in the table, indicates that a creepage distance for this frequency is not specified. These values are under consideration.
Interpolation is allowed.

^a The voltage in this column is the highest **peak working voltage** of the high frequency voltage. This voltage may occur across the insulation between the **input** and **output circuit** at **rated supply voltage** and under normal operations. The **output circuit** is earthed for the measurement of this voltage. Transients are included.

If the value of the **creepage distance** is lower than the value of the **clearance**, the value of the **clearance** shall be applicable for the **creepage distance**. The **peak working voltage** also includes any DC voltage and any repetitive peak impulse generated by the **SMPS** (see 26.105). A determination based on RMS values is also required (see 26.104 and Table 110).

Table 111 – Double or reinforced insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 2)

Peak working voltage	Creepage distance mm													
	30 kHz < f ≤ 100 kHz	100 kHz < f ≤ 150 kHz	150 kHz < f ≤ 200 kHz	200 kHz < f ≤ 300 kHz	300 kHz < f ≤ 400 kHz	400 kHz < f ≤ 500 kHz	500 kHz < f ≤ 600 kHz	600 kHz < f ≤ 700 kHz	700 kHz < f ≤ 800 kHz	800 kHz < f ≤ 900 kHz	900 kHz < f ≤ 1 MHz	1 MHz < f ≤ 2 MHz	2 MHz < f ≤ 3 MHz	
kV a														
0,1	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,72	
0,2	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36	6,72	
0,3	0,20	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	1,92	48,00	
0,4	0,30	0,31	0,31	0,34	0,36	0,39	0,42	0,46	0,58	0,71	0,84	10,80	-	
0,5	0,44	0,45	0,46	0,53	0,60	0,72	0,84	0,96	1,84	2,72	3,60	48,00	-	
0,6	0,64	0,64	0,65	0,80	0,96	1,32	1,68	2,04	5,36	8,68	12,00	-	-	
0,7	0,86	0,89	0,91	1,27	1,63	2,61	3,58	4,56	19,04	33,52	48,00	-	-	
0,8	1,08	1,20	1,32	1,98	2,64	4,80	6,96	9,12	-	-	-	-	-	
0,9	1,26	1,61	1,97	3,26	4,56	10,00	15,44	20,88	-	-	-	-	-	
1,0	1,44	2,10	2,76	4,98	7,20	19,20	31,20	43,20	-	-	-	-	-	
1,1	1,64	2,86	4,08	8,04	12,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,2	2,04	3,90	5,76	12,72	19,68	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,3	2,88	5,64	8,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,4	3,96	7,98	12,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,5	5,52	11,52	17,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,6	7,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,7	10,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,8	14,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

A dash (-) in the table, indicates that a creepage distance for this frequency is not specified. These values are under consideration.

Interpolation is allowed.

^a The voltage in this column is the highest **peak working voltage** of the high frequency voltage. This voltage may occur across the insulation between the **input** and **output circuit** at **rated supply voltage** and under normal operations. The **output circuit** is earthed for the measurement of this voltage. Transients are included.

Table 112 – Double or reinforced insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 3)

Table 112 – Double or reinforced insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 3)

^a The voltage in this column is the highest **peak working voltage** of the high frequency voltage. This voltage may occur across the insulation between the **input** and **output circuit** at **rated supply voltage** and under normal operations. The **output circuit** is earthed for the measurement of this voltage. Transients are included.

If the value of the **creepage distance** is lower than the value of the **clearance**, the value of the **clearance** shall be applicable for the **creepage distance**. The **peak working voltage** also includes any DC voltage and any repetitive peak impulse generated by the **SMPS** (see 26.105). A determination based on RMS values is also required (see 26.104 and Table 112).

26.106 Distance through insulation

Instead of a Partial Discharge Test (PD-Test) with high-frequency voltage, testing the distance through insulation can be checked by calculating the electric field and ensuring that it is below the following limits. This method can only be used if the following conditions are complied with:

- the maximum frequency is less than 10 MHz;
- the field strength is approximately uniform and not exceeding the values specified in Figure 103 and;
- no voids or gaps are present in between the solid insulation.

NOTE 1 The following text of this subclause and diagram is taken from 6.3 of IEC 60664-4:2005.

For thick layers of solid insulation of $d_1 \geq 0,75$ mm, the peak value of the field strength E shall be equal or less than the limit 2 kV/mm.

For thin layers of solid insulation of $d_2 \leq 30$ μm , the peak value of the field strength E shall be equal or less than the limit 10 kV/mm.

For $d_1 > d > d_2$ Formula (2) shall be used for calculation of the peak value of the electric field strength in accordance with the thickness d (see also Figure 103). The calculated electric field strength E shall be equal or less than the limit given by Formula (2).

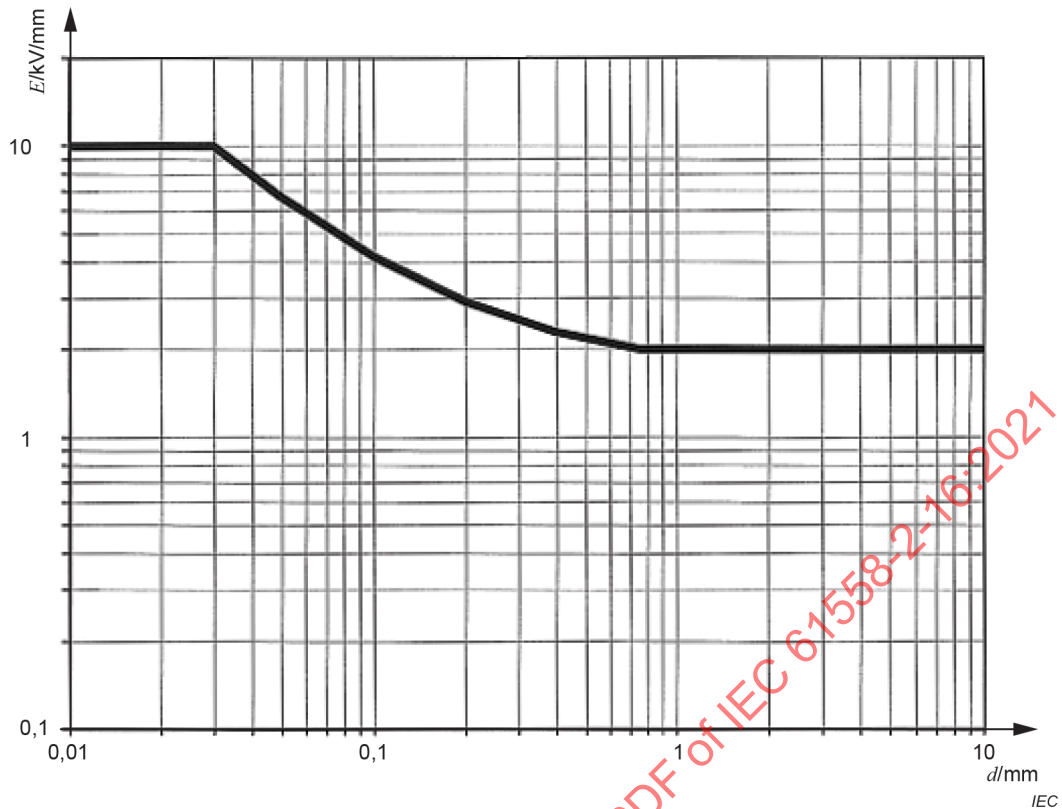
The electric field strength is determined by Formula (2):

$$E = \left(\frac{0,25}{d} + 1,667 \right) \frac{\text{kV}}{\text{mm}} \quad (2)$$

where d is the distance through insulation

NOTE 2 In this context, the electric field is considered to be approximately uniform if the deviations are less than $\pm 20\%$ from the average value of the electric field strength.

The use of the electric field strength for dimensioning of solid insulation requires an approximately uniform field distribution with no voids or air gaps in between. If the electric field strength cannot be calculated (because the field is not uniform) or if the peak value is higher than given by Formula (2) or Figure 103, respectively, or if the presence of voids or air gaps cannot be excluded or for frequencies higher than 10 MHz, a withstand test or a PD-Test with high-frequency voltage is required. The first applies to short-term stresses, the second applies to long-term stresses in accordance with 5.3.2 of IEC 60664-1:2007.



Key

E field strength

Figure 103 – Permissible electric field strength for dimensioning of solid insulation in accordance with Formula (2)

27 Resistance to heat, fire and tracking

This clause of Part 1 is applicable, except as follows.

27.2 does not apply.

28 Resistance to rusting

This clause of Part 1 is applicable.

Annexes

The Annexes of Part 1 are applicable, except as follows:

Addition:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61558-2-16:2021

Annex AA (normative)

Partial discharge (PD) test

A partial discharge test shall be performed as type test in accordance with 18.3.1 of IEC 61558-1:2017 for any **transformer** defined in Annex BB.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61558-2-16:2021

Annex BB (normative)

Particular requirements for associated transformers for use in switch mode power supply units with internal frequencies > 500 Hz

Introduction

This annex is only applicable for separate testing of associated transformers for use in **SMPS** with internal frequencies > 500 Hz.

The use of this annex is not necessary if the **SMPS** including the transformer is in accordance with this document.

NOTE This annex replaces IEC 61558-2-17:1997.

BB.1 Scope

Clause 1 is applicable, except as follows.

Addition

This document covers **transformers** incorporating **electronic circuits**, but external circuits are not covered.

Annex BB applies to associated **transformers** for use in single-phase or polyphase air-cooled **SMPS** with **internal frequencies** exceeding 500 Hz:

- **separating transformers**,
- **isolating transformers**,
- **safety isolating transformers**

having a **rated supply voltage** not exceeding 1 000 V AC and a **rated frequency** exceeding 500 Hz but not exceeding 100 MHz and the **rated output** not exceeding:

- 25 kVA for single-phase **transformers**,
- 40 kVA for polyphase **transformers**.

The **no-load output voltage** or the **rated output voltage** of **transformers** does not exceed:

- 1 000 V AC or 1 415 V ripple-free DC when **separating transformers** or **auto-transformers** are used;
- 500 V AC or 708 V ripple-free DC when **isolating transformers** are used;
- 50 V AC or 120 V ripple-free DC when **safety isolating transformers** are used.

The **no-load output voltage** or the **rated output voltage** of **independent transformers** is not less than:

- 50 V AC or 120 V ripple-free DC when **separating transformers**, **isolating transformer** or **auto-transformers** are used.

This document is applicable to **dry type transformers**. The windings can be encapsulated or non-encapsulated.

BB.4 General requirements

Clause 4 of Part 1 is applicable, except as follows:

BB.4.2

Replacement

The **transformers** for **SMPS** shall comply with the relevant sections of Part 1 and of this document and the conditions under which they are used in the appliance or equipment shall be in accordance with their marking. However, for associated **transformers** for **SMPS** used in an appliance or equipment for which a relevant appliance or equipment standard exists, they may be tested under the conditions present in the appliance or equipment for which they are intended.

Consequently, such **transformers** for **SMPS** shall comply with the following clauses, subclauses or parts thereof.

1 – 2 – 3 – 4 – 5.1 – 5.2 – 5.3 – 5.4 – 5.5 – 5.6 – 5.7 – 5.15 – 7.2 – 7.5 – 7.8 – 8.2 – 8.11 – 14.2 – 14.3 – 14.101 – 14.102 – 18.1 – 18.2 – 18.3 – 19.1 – 19.12 – 26.1 – 26.2 – 26.3 – 26.101 – 26.102 – 26.103 – 26.104 – 26.105 – 26.106 – Annexes A, E, G, K, L, M, N, P, R, W

Other clauses shall be taken from the relevant product standard. If the product standard does not fully cover the remaining clauses, the corresponding missing clauses of this **transformer** standard shall be used instead.

BB.6 Ratings

This clause of Part 1 is applicable, except as follows:

Addition

BB.6.101 The **no-load output voltage** shall not exceed:

- 1 000 V AC for **separating transformers**. For AC, the preferred values for the **rated output voltage** are: 72 V, 120 V, 230 V, 400 V, 440 V and 660 V;
- 500 V AC for **isolating transformers**. For AC, the preferred values for the **rated output voltage** are: 72 V, 120 V, 230 V, 400 V and 440 V;
- 50 V AC for **safety isolating transformers**. For AC, the preferred values for the **rated output voltage** are: 6 V, 12 V, 24 V, 42 V and 48 V.

BB.6.102 The **rated output** shall not exceed:

- 1 kVA for single-phase and 5 kVA for polyphase **separating transformers**;
- 10 kVA for single-phase and 16 kVA for polyphase **isolating transformers**;
- 25 kVA for single-phase and 40 kVA for polyphase **safety isolating transformers**.

except for **separating transformers**, **isolating transformers** and **safety isolating transformers** used in **SMPS** that are subject to an agreement between the purchaser and the supplier.

BB.6.103 **Rated frequencies** range from 500 Hz to 100 MHz.

BB.6.104 The **rated supply voltage** shall not exceed 1 000 V AC.

Addition

BB.18.3.1.101 For **transformers** incorporated in an **SMPS** a partial discharge type test in accordance with Annex AA shall be performed.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61558-2-16:2021

Annex CC

(informative)

Example for determination of clearances and creepage distances for associated transformers for use in switch mode power supply units

CC.1 Exemplary conditions

The calculations CC.2 to CC.5 are performed with the conditions listed in Table CC.1.

Table CC.1 – Conditions

Rated supply voltage	230 V AC
Overvoltage category	II
Working voltage	600 V RMS
Peak working voltage	850 V
Altitude	2000 m
Frequency	200 kHz
Pollution degree	2
Material group	IIIa or IIIb

CC.2 Calculation of clearance for basic insulation

Determination based on the **rated supply voltage**

In accordance with Table 103 rated supply voltage for 230 V AC is 300 V:

The **rated impulse voltage** for **overvoltage category II** is 2,5 kV

In accordance with Table 104 with **pollution degree 2**

The **clearance** for **basic insulation** at least 1,5 mm

Determination based on the **peak working voltage**

In accordance with Table 106 interpolation for 0,85 kV between 0,8 kV and 1,0 kV

clearance for **basic insulation** at least 0,26 mm

The required **clearance** for **basic insulation** in accordance with conditions of Table CC.1 is at least 1,5 mm because the most severe requirement takes precedence.

CC.3 Calculation of clearance reinforced insulation

Determination based on the **rated supply voltage**

In accordance with Table 103 **rated supply voltage** for 230 V AC is 300 V

- The rated impulse voltage for overvoltage category II is 2,5 kV
- The next higher value for reinforced insulation is 4,0 kV

In accordance with Table 104 with **pollution degree 2**

- The clearance for reinforced insulation at least 3,0 mm

Determination based on the peak working voltage

In accordance with Table 106 interpolation for 0,85 kV between 0,8 kV and 1,0 kV

- The clearance for reinforced insulation at least 0,52 mm

The required **clearance** for **reinforced insulation** in accordance with the conditions of Table CC.1 is at least 3,0 mm because the most severe requirement takes precedence.

CC.4 Calculation for creepage distance for basic insulation**Determination based on the RMS working voltage**

In accordance with Table 21 of IEC 61558-1:2017

- The creepage distance for basic insulation at least 6,0 mm

Determination based on the peak working voltage

In accordance with Table 108 interpolation for 0,85 kV between 0,8 kV and 0,9 kV

- The creepage distance for basic insulation at least 0,82 mm

The required **creepage distance** for **basic insulation** in accordance with the conditions of Table CC.1 is at least 6,0 mm because the most severe requirement takes precedence.

CC.5 Calculation for creepage distance for reinforced insulation**Determination based on the RMS working voltage**

In accordance with Table 21 of IEC 61558-1:2017

- The creepage distance for reinforced insulation at least 12,0 mm

Determination based on the peak working voltage

In accordance with Table 111 interpolation for 0,85 kV between 0,8 kV and 0,9 kV

- The creepage distance for reinforced insulation at least 1,65 mm

The required **creepage distance** for **reinforced insulation** in accordance with the conditions of Table CC.1 is at least 12,0 mm because the most severe requirement takes precedence.

Bibliography

The bibliography of Part 1 is applicable, except as follows:

Addition:

IEC 60065:2014, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

IEC 60204-1:2016, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60364-4-41:2005, *Low voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60601-1:2005, *Medical electrical equipment – Part 1: General requirements for basic safety and essential performance*

IEC 60950-1:2005, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61204-7:2016, *Low voltage switch mode power supplies – Part 7: Safety requirements*

IEC 61347 (all parts), *Lamp controlgear*

IEC 61558 (all parts), *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof*

IEC 62040 (all parts), *Uninterruptible power systems (UPS)*

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

IEC GUIDE 104:2019, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO/IEC GUIDE 51:2014, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61558-2-16:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	44
INTRODUCTION.....	47
1 Domaine d'application	48
2 Références normatives	50
3 Termes et définitions	51
4 Exigences générales	52
5 Généralités sur les essais.....	52
6 Caractéristiques assignées.....	52
7 Classification.....	53
8 Marquage et indications.....	53
9 Protection contre les chocs électriques.....	55
10 Changement de la tension primaire d'alimentation	55
11 Tension secondaire et courant secondaire en charge	55
12 Tension secondaire à vide	55
13 Tension de court-circuit	56
14 Echauffements.....	57
15 Protection contre les courts-circuits et les surcharges	57
16 Résistance mécanique.....	57
17 Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de poussière, d'objets solides et de l'humidité	57
18 Résistance d'isolement, rigidité diélectrique et courant de fuite	57
19 Construction	58
20 Composants	58
21 Conducteurs internes.....	58
22 Raccordement à l'alimentation et câbles souples externes	58
23 Bornes pour conducteurs externes	58
24 Dispositions en vue de la mise à la terre	58
25 Vis et connexions	58
26 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation.....	59
27 Résistance à la chaleur, au feu et aux courants de cheminement	72
28 Protection contre la rouille	72
Annexes	73
Annexe AA (normative) Essai de décharge partielle	74
Annexe BB (normative) Exigences particulières pour les transformateurs associés destinés aux blocs d'alimentation à découpage avec des fréquences internes > 500 Hz	75
Annexe CC (informative) Exemple de détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite pour les transformateurs associés destinés aux blocs d'alimentation à découpage	78
Bibliographie.....	80
Figure 101 – Schéma pour le dimensionnement des distances d'isolement.....	60
Figure 102 – Schéma de dimensionnement des lignes de fuite	64

Figure 103 – Intensité de champ électrique admissible pour le dimensionnement de l'isolation solide d'après la Formule (2)	72
Tableau 101 – Symboles utilisés pour les SMPS.....	53
Tableau 102 – Rapport de la tension secondaire	56
Tableau 103 – Tension assignée de tenue aux chocs	61
Tableau 104 – Distances d'isolement pour supporter les surtensions transitoires en cas de champ hétérogène	61
Tableau 105 – Valeurs des distances d'isolement pour des tensions de service crêtes produites dans le SMPS pour les fréquences ≤ 30 kHz	62
Tableau 106 – Valeurs minimales des distances d'isolement dans l'air en conditions de champ électrique hétérogène pour une fréquence > 30 kHz	63
Tableau 107 – Isolation principale ou supplémentaire – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes plages de fréquences (degré de pollution 1).....	65
Tableau 108 – Isolation principale ou supplémentaire – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes plages de fréquences (degré de pollution 2).....	66
Tableau 109 – Isolation principale ou supplémentaire – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes plages de fréquences (degré de pollution 3).....	67
Tableau 110 – Isolation double ou renforcée – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes plages de fréquences (degré de pollution 1).....	68
Tableau 111 – Isolation double ou renforcée – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes plages de fréquences (degré de pollution 2)	69
Tableau 112 – Isolation double ou renforcée – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes plages de fréquences (degré de pollution 3)	70
Tableau CC.1 – Conditions	78

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BOBINES D'INDUCTANCE, BLOCS D'ALIMENTATION ET COMBINAISONS DE CES ÉLÉMENTS –

Partie 2-16: Exigences particulières et essais pour les blocs d'alimentation à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage pour applications d'ordre général

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

La Norme internationale IEC 61558-2-16 a été établie par le comité d'études 96 de l'IEC: Transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et combinaisons de ces éléments.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2009 et l'amendement 1:2013. Cette édition constitue une révision technique.

Elle inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) ajustement de la structure et des références conformément à l'IEC 61558-1:2017;
- b) définition de différentes caractéristiques de tension;

- c) déplacement de la décharge partielle et de la description des constructions dans l'IEC 61558-1:2017;
- d) spécification d'une méthode alternative pour le dimensionnement des **distances d'isolement**;
- e) suppression des exigences relatives aux conditions de champs homogènes.

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

FDIS	Rapport de vote
96/509/FDIS	96/513/RVD

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

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

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

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

Il a le statut de publication groupée de sécurité conformément au Guide IEC 104.

Cette Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 61558-1:2017.

NOTE L'expression "la Partie 1" utilisée dans la présente norme fait référence à l'IEC 61558-1:2017.

Ce document complète ou modifie les articles correspondants de l'IEC 61558-1:2017, de façon à transformer cette publication en norme IEC: *Exigences particulières et essais pour les blocs d'alimentation à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage pour applications d'ordre général*.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61558, publiées sous le titre général *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et combinaisons de ces éléments*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

Lorsque ce document mentionne "*addition*", "*modification*" ou "*remplacement*", le texte correspondant de l'IEC 61558-1:2017 doit être adapté en conséquence.

Dans le présent document, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- exigences proprement dites: caractères romains;
- *modalités d'essais: caractères italiques*;
- commentaires: petits caractères romains.

Dans le texte du présent document, les termes en **gras** sont définis à l'Article 3.

Les paragraphes, notes, figures et tableaux qui s'ajoutent à ceux de l'IEC 61558-1:2017 sont numérotés à partir de 101; les annexes qui sont ajoutées sont désignées AA, BB, etc.

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. A cette date, le document sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61558-2-16:2021

INTRODUCTION

Le CE 96 de l'IEC a une fonction groupée de sécurité, conformément au Guide IEC 104 relatif aux transformateurs autres que ceux destinés à alimenter les réseaux de distribution, notamment les transformateurs et les blocs d'alimentation destinés à permettre l'application de mesures de protection contre les chocs électriques, comme cela est défini par le CE 64, mais incluant également dans certains cas la limitation de la tension et de la fonction de sécurité horizontale pour la TBTS, conformément à l'IEC 60364-4-41.

La fonction groupée de sécurité (GSF, *Group Safety Function*) est nécessaire en raison de la responsabilité de la très basse tension de sécurité (TBTS), conformément au 5.2.6 de l'IEC 61140:2016 et au 414.3.1 de l'IEC 60364-4-41:2017, ou des circuits de commande, conformément au 7.2.4 de l'IEC 60204-1:2016.

La fonction groupée de sécurité est nécessaire pour chacune des parties de l'IEC 61558-2 car différentes normes de la série IEC 61558 peuvent être combinées en une seule et même construction, mais dans certains cas sans aucune limitation de la puissance secondaire assignée.

Un autotransformateur conforme à l'IEC 61558-2-13 peut par exemple être conçu avec un circuit TBTS séparé, conformément aux exigences particulières de l'IEC 61558-2-6 liées aux exigences générales de l'IEC 61558-1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61558-2-16:2021

SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BOBINES D'INDUCTANCE, BLOCS D'ALIMENTATION ET COMBINAISONS DE CES ÉLÉMENTS –

Partie 2-16: Exigences particulières et essais pour les blocs d'alimentation à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage pour applications d'ordre général

1 Domaine d'application

Remplacement

La présente partie de l'IEC 61558 traite de la sécurité des **blocs d'alimentation à découpage** et des **transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage**.

NOTE 1 La sécurité comprend les aspects électrique, thermique et mécanique.

Sauf spécification contraire dans la suite du présent document, le terme **SMPS** couvre les **blocs d'alimentation à découpage** pour applications d'ordre général.

Les **SMPS** couverts par le présent document sont à refroidissement par air (naturel ou forcé), **indépendants, associés, fixes, mobiles**, monophasés ou polyphasés, avec une **tension primaire assignée** qui ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif, une **fréquence primaire assignée** qui ne dépasse pas 500 Hz, une **fréquence de fonctionnement interne assignée** supérieure à 500 Hz, mais qui ne dépasse pas 100 MHz, une **puissance secondaire assignée** qui ne dépasse pas 1 kVA ou 1 kW, incorporant des **transformateurs de type sec** avec enroulements enrobés ou non enrobés.

NOTE 2 La **tension primaire assignée** maximale du **transformateur** interne étant 1 000 V en courant alternatif, la **tension primaire assignée** maximale du **bloc d'alimentation à découpage** peut être inférieure suivant le type de redressement.

NOTE 3 Pour les fréquences plus élevées, des exigences supplémentaires peuvent être nécessaires. Cependant, le présent document peut être utilisé à titre de recommandation.

Le présent document est applicable aux **SMPS**, convertisseurs et onduleurs sans limitation de la **puissance secondaire assignée**, objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

NOTE 4 Dans le contexte du présent document, les convertisseurs et onduleurs sont considérés comme des **SMPS**.

Le présent document s'applique:

- aux **SMPS** qui incorporent des **transformateurs de sécurité** qui fournissent une ou des **tensions secondaires TBTS, TBTP**, en courant alternatif ou continu, ou une combinaison de celles-ci, conformément à l'IEC 61140 et l'IEC 60364-4-41, pour des produits électroménagers et autres produits de consommation;
- aux **SMPS** avec une **tension secondaire** maximale qui ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé pour des produits électroménagers et autres produits de consommation, à l'exception des produits couverts en a).
- Le présent document peut être utilisé pour les **transformateurs** destinés aux **SMPS** (voir Annexe BB).

Le présent document ne s'applique pas:

- aux ensembles moteur-générateur;
- aux alimentations sans interruption (ASI) suivant la série IEC 62040;

- aux **SMPS** couverts par l'IEC 61204-7 (c'est-à-dire les dispositifs d'alimentation basse tension, sortie en courant continu, caractéristiques de performance), appareils de distribution et de puissance en courant continu et **SMPS** pour les applications couvertes par l'IEC 61010-1 et l'IEC 60601-1;
- aux appareillages de lampes couverts par la série IEC 61347;
- aux circuits externes et à leurs composants destinés à être connectés aux bornes primaires et bornes secondaires des **SMPS**;
- aux appareils conformes à l'IEC 60065, l'IEC 60950-1 et l'IEC 62368-1.

Le présent document peut également être utilisé à titre de recommandation pour les produits non couverts par le domaine d'application du présent document, le domaine d'application de l'IEC 61204-7 ou le domaine d'application de la série IEC 61347.

Le présent document couvre les exigences de sécurité pour:

- les **SMPS** qui incorporent des transformateurs d'isolement à enroulements séparés pour usage général qui correspondent à l'IEC 61558-2-1;
- les **SMPS** qui incorporent des **transformateurs de séparation des circuits** pour usage général qui correspondent à l'IEC 61558-2-4;
- les **SMPS** qui incorporent des **transformateurs de sécurité** pour usage général qui correspondent à l'IEC 61558-2-6;
- les **SMPS** qui incorporent des **autotransformateurs** pour usage général qui correspondent à l'IEC 61558-2-13.

Pour les applications spécifiques des **SMPS** qui correspondent aux autres documents de la série IEC 61558-2, les exigences nécessaires des documents correspondants de la série IEC 61558-2 sont applicables. De plus, les exigences répertoriées dans le présent document s'appliquent. Lorsque deux exigences sont contradictoires, la plus contraignante a préséance.

La **tension secondaire à vide** ou la **tension secondaire assignée** des **SMPS** ne dépasse pas:

- 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé lorsque des **SMPS** qui incorporent des **transformateurs d'isolement à enroulements séparés** ou des **autotransformateurs** sont utilisés;
- 500 V en courant alternatif ou 708 V en courant continu lissé lorsque des **SMPS** qui incorporent des **transformateurs de séparation des circuits** sont utilisés;
- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé lorsque des **SMPS** qui incorporent des **transformateurs de sécurité** sont utilisés.

La **tension secondaire à vide** ou la **tension secondaire assignée** des **SMPS** indépendants est d'au moins:

- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé lorsque des **transformateurs d'isolement à enroulements séparés**, des **transformateurs de séparation des circuits** ou des **autotransformateurs** sont utilisés.

L'attention est attirée sur les points suivants:

- des exigences supplémentaires pour les **SMPS** destinés à être utilisés dans des véhicules, à bord de navires ou d'avions (issues d'autres normes applicables, de règles nationales, etc.);
- des mesures qui visent à protéger l'**enveloppe** et les composants à l'intérieur de l'enveloppe contre les influences externes telles que les champignons, la vermine, les termites, le rayonnement solaire et le givre;
- les différentes conditions de transport, de stockage et de fonctionnement des **SMPS**;

- des exigences supplémentaires en conformité avec les autres normes appropriées et les règles nationales peuvent être applicables aux **SMPS** destinés à être utilisés dans un environnement particulier.

Les évolutions techniques futures des **SMPS** pourront nécessiter une augmentation de la limite supérieure des fréquences. En attendant, le présent document peut être utilisé à titre de recommandation.

La présente publication groupée de sécurité centrée sur les recommandations de sécurité est avant tout destinée à être utilisée en tant que norme de sécurité des produits pour les produits mentionnés dans le domaine d'application, mais elle est également destinée à être utilisée par les CE dans le cadre de l'élaboration de publications pour des produits similaires à ceux mentionnés dans le domaine d'application de la présente publication groupée de sécurité, conformément aux principes établis dans le Guide IEC 104 et le Guide ISO/IEC 51.

L'une des responsabilités d'un CE consiste, le cas échéant, à utiliser les publications fondamentales de sécurité et/ou les publications groupées de sécurité dans le cadre de l'élaboration de ses publications.

2 Références normatives

L'article de la Partie 1 est applicable, avec l'exception suivante.

Addition:

IEC 60664-4:2005, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 4: Considérations sur les contraintes de tension à haute fréquence*

IEC 61558-1:2017, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments – Partie 1: Exigences générales et essais*

IEC 61558-2-1, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et combinaisons de ces éléments – Partie 2-1: Exigences particulières et essais pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs d'isolement à enroulements séparés pour applications d'ordre général*

IEC 61558-2-4, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et combinaisons de ces éléments – Partie 2-4: Exigences particulières et essais pour les transformateurs de séparation des circuits et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de séparation des circuits pour applications d'ordre général*

IEC 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et combinaisons de ces éléments – Partie 2-6: Exigences particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité pour applications d'ordre général*

IEC 61558-2-13, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et combinaisons de ces éléments – Partie 2-13: Règles particulières et essais pour les autotransformateurs et les blocs d'alimentation incorporant des autotransformateurs*

3 Termes et définitions

L'article de la Partie 1 est applicable, avec les exceptions suivantes:

Remplacement:

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la Partie 1 s'appliquent.

Le terme **transformateur** dans la Partie 1 désigne également un **SMPS** tel que défini dans le présent document.

Dans l'Annexe BB, le terme **transformateur** s'applique à un **transformateur** pour **SMPS**.

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

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

Remplacement:

3.3.8

tension de service

valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou en courant continu qui peut se produire (localement) à travers tout isolant à la **tension primaire assignée** à vide ou dans des conditions normales de fonctionnement, sans prendre en compte les surtensions transitoires

Note 1 à l'article: La **tension de service** entre tout point du circuit alimenté par des sources d'alimentation électriques et les autres parties isolées doit être admise comme étant:

- la tension primaire assignée; ou
- la **tension de service** mesurée,

la valeur retenue étant la plus élevée.

Note 2 à l'article: Lorsqu'un système d'isolation entre enroulements non destinés à être connectés ensemble est pris en considération, la **tension de service** est considérée comme étant la tension la plus élevée qui apparaît sur n'importe lequel de ces enroulements.

Note 3 à l'article: Sur les systèmes triphasés, la **tension de service** peut être différente de la tension nominale.

3.5.101

tension de service crête

valeur crête de la **tension de service**, y compris tout composant en courant continu et les impulsions de crête répétitives générées dans le **SMPS**

Note 1 à l'article: Des détails concernant les **tensions de service crêtes** peuvent être obtenus en consultant la Figure 1 de l'IEC 60664-1:2007.

[SOURCE: IEC 60050-903:2014, 903-04-02, modifié – Remplacement de "l'équipement" par "le SMPS" et ajout de la Note 1 à l'article.]

3.5.102

tension assignée de tenue aux chocs

valeur de tension de tenue aux chocs fixée par le fabricant aux matériels ou à une partie d'entre eux, caractérisant la capacité de tenue spécifiée de son isolation contre des surtensions transitoires

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.9.2]

3.7.101

champ électrique hétérogène

champ électrique dont le gradient de tension entre électrodes n'est pas essentiellement constant (champ non uniforme)

Note 1 à l'article: La condition de champ hétérogène d'une configuration point par rapport à une électrode plane est le cas le plus contraignant vis-à-vis de la tenue aux surtensions et est représentée par le cas A dans l'IEC 60664-1. Elle est représentée par une électrode point ayant un rayon de 30 µm et une surface plane de 1 m × 1 m.

Note 2 à l'article: Pour les fréquences dépassant 30 kHz, le champ est considéré comme étant non homogène, lorsque le rayon de courbure des parties conductrices est inférieur à 20% de la distance d'isolement.

[SOURCE: IEC 60050-442:2014, 442-09-03, modifié – Le terme "champ électrique non uniforme" n'a pas été repris, et "(champ non uniforme)" a été ajouté à la définition.]

4 Exigences générales

L'article de la Partie 1 est applicable.

5 Généralités sur les essais

L'article de la Partie 1 est applicable.

6 Caractéristiques assignées

L'article de la Partie 1 est applicable, avec l'exception suivante:

Addition

6.101 La tension secondaire assignée ne doit pas dépasser:

- 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé pour les **SMPS** qui incorporent des **transformateurs d'isolement à enroulements séparés** ou des **autotransformateurs**;
- 500 V en courant alternatif ou 708 V en courant continu lissé pour les **SMPS** qui incorporent des **transformateurs de séparation des circuits**;
- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé pour les **SMPS** qui incorporent des **transformateurs de sécurité**.

Pour les **SMPS indépendants** qui incorporent des **transformateurs d'isolement à enroulements séparés**, des **transformateurs de séparation des circuits** ou des **autotransformateurs**, la **tension secondaire assignée** doit être supérieure à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé.

6.102 La puissance secondaire assignée des **SMPS** ne doit pas dépasser 1 kVA ou 1 kW.

Les **SMPS** sans limitation de la puissance secondaire assignée doivent être soumis à un accord entre l'acheteur et le fabricant.

NOTE Voir Annexe BB pour un **transformateur** incorporé dans un **SMPS**.

6.103 La fréquence primaire assignée ne doit pas dépasser 500 Hz.

6.104 La fréquence de fonctionnement interne assignée ne doit pas dépasser 100 MHz.

6.105 La tension primaire assignée ne doit pas dépasser 1 000 V en courant alternatif.

La conformité aux 6.101 à 6.105 est vérifiée par examen du marquage.

7 Classification

L'article de la Partie 1 est applicable.

8 Marquage et indications

L'article de la Partie 1 est applicable, avec les exceptions suivantes:

8.1 h)

Remplacement

les symboles graphiques correspondants représentés dans le Tableau 101, qui indiquent le type de **transformateur**, en plus du symbole pour les **SMPS**. Si un **transformateur** avec un indice IP00 ou des **transformateurs associés** ont plusieurs circuits conformes à différents documents de la série IEC 61558-2 dans la même construction (par exemple, un **circuit secondaire TBTS** conforme à l'IEC 61558-2-6 et un **circuit secondaire** 230 V conforme à l'IEC 61558-2-4), les symboles appropriés doivent être utilisés. Le terme **transformateur** doit être remplacé par **SMPS**, sauf pour le marquage qui s'applique aux **transformateurs incorporés** et aux **SMPS incorporés**;

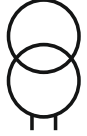
8.11

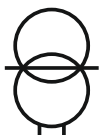
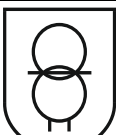
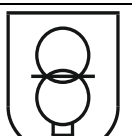
Addition

Le symbole des **SMPS** doit être utilisé conjointement avec le symbole qui indique le type de **transformateur(s)** incorporé.

Le Tableau 101 couvre les symboles des **transformateurs** qui correspondent aux types de transformateurs de base.

Tableau 101 – Symboles utilisés pour les SMPS

Symbole ou symbole graphique	Explication ou titre	Identification
	SMPS (Switch Mode Power Supply unit, bloc d'alimentation à découpage)	IEC 60417-6190:2013-10
	SMPS qui incorpore un transformateur d'isolement à enroulements séparés non dangereux en cas de défaillance	IEC 60417-5156:2003-08
	SMPS qui incorpore un transformateur d'isolement à enroulements séparés non résistant aux courts-circuits	IEC 60417-5223:2002-10

Symbole ou symbole graphique	Explication ou titre	Identification
	SMPS qui incorpore un transformateur d'isolement à enroulements séparés résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	IEC 60417-5220:2002-10
	SMPS qui incorpore un transformateur de séparation des circuits non dangereux en cas de défaillance	IEC 60417-5221:2002-10
	SMPS qui incorpore un transformateur de séparation des circuits non résistant aux courts-circuits	IEC 60417-5944:2013-06
	SMPS qui incorpore un transformateur de séparation des circuits résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	IEC 60417-5945:2013-06
	SMPS qui incorpore un transformateur de sécurité non dangereux en cas de défaillance	IEC 60417-5222:2002-10
	SMPS qui incorpore un transformateur de sécurité non résistant aux courts-circuits	IEC 60417-5946:2002-10
	SMPS qui incorpore un transformateur de sécurité résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	IEC 60417-5947:2002-10
	SMPS qui incorpore un autotransformateur non dangereux en cas de défaillance	IEC 60417-5941:2002-10
	SMPS qui incorpore un autotransformateur non résistant aux courts-circuits	IEC 60417-5942:2002-10
	SMPS qui incorpore un autotransformateur résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	IEC 60417-5943:2002-10

9 Protection contre les chocs électriques

L'article de la Partie 1 est applicable.

10 Changement de la tension primaire d'alimentation

L'article de la Partie 1 est applicable, avec l'exception suivante:

Addition

10.101 Une vaste plage (par exemple de 100 V à 240 V en courant alternatif) de **tensions primaires** est admise si la **tension secondaire** ne dépasse pas la **tension secondaire assignée** et la **tension secondaire à vide** ne dépasse pas les limites de la variation de la tension secondaire selon le type de **transformateur** qui alimente le **circuit secondaire** approprié.

11 Tension secondaire et courant secondaire en charge

L'article de la Partie 1 est applicable.

12 Tension secondaire à vide

L'article de la Partie 1 est applicable, avec l'exception suivante:

Addition

La **tension secondaire à vide** est mesurée lorsque le **SMPS** est raccordé à la **tension primaire assignée**, à la **fréquence primaire assignée**, à température ambiante.

12.101 La **tension secondaire à vide** ne doit pas dépasser:

- 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé pour les **SMPS** qui incorporent des **transformateurs d'isolement à enroulements séparés** ou des **autotransformateurs**;
- 500 V en courant alternatif ou 708 V en courant continu lissé pour les **SMPS** qui incorporent des **transformateurs de séparation des circuits**;
- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé pour les **SMPS** qui incorporent des **transformateurs de sécurité**.

Pour les **SMPS indépendants** qui incorporent des **transformateurs d'isolement à enroulements séparés**, des **transformateurs de séparation des circuits** ou des **autotransformateurs**, la **tension secondaire à vide** doit être supérieure à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé.

Pour les **SMPS indépendants**, la limitation de la **tension secondaire** s'applique même si les **enroulements secondaires**, non destinés à l'interconnexion, sont connectés en série.

L'exigence pour les connexions en série ne s'applique pas aux **SMPS** associés ou d'indice IP 00.

12.102 La différence entre la **tension secondaire à vide** et la **tension secondaire** en charge assignée ne doit pas être excessive.

Le rapport entre la **tension secondaire à vide** mesurée à l'Article 12 et la **tension secondaire en charge** mesurée pendant l'essai de l'Article 11, exprimé en pourcentage de cette dernière tension, ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 102.

Ce rapport est déterminé par la Formule (1):

$$\frac{U_{\text{no-load}} - U_{\text{load}}}{U_{\text{load}}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

où

$U_{\text{no-load}}$ est la tension secondaire à vide, exprimée en V;

U_{load} est la tension secondaire en charge, exprimée en V.

Tableau 102 – Rapport de la tension secondaire

Puissance secondaire assignée	Rapport entre la tension secondaire à vide et la tension secondaire en charge
VA	%
inférieure ou égale à 63	20
supérieure à 63 et inférieure ou égale à 250	15
supérieure à 250 et inférieure ou égale à 630	10
supérieure à 630	5

La conformité aux exigences des 12.101 et 12.102 est vérifiée en mesurant la **tension secondaire à vide** à la **température ambiante** lorsque le **SMPS** est raccordé à la **tension primaire assignée** à la **fréquence primaire assignée**.

Le rapport ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 102.

NOTE Les valeurs du Tableau 102 reposent sur les valeurs de l'IEC 61558-2-4 et sont également applicables aux **SMPS** selon l'IEC 61558-2-1, l'IEC 61558-2-6 et l'IEC 61558-2-13.

12.103 Sauf spécification contraire du fabricant, le **SMPS** doit être soumis à l'essai avec 20 cm à 200 cm de longueur de fil connecté aux **bornes secondaires** dans les conditions les plus défavorables. Des fils torsadés ou câbles de calibre conforme à l'IEC 60227-5:2011 (type 60227 IEC 53) peuvent être utilisés. La section nominale des conducteurs doit être déterminée d'après le courant **secondaire assigné** du **SMPS**, et la densité du courant ne doit pas être supérieure à 5 A/mm² en usage normal.

NOTE La densité du courant du 12.103 n'est exigée que pour le fil de connexion externe de l'essai.

13 Tension de court-circuit

L'article de la Partie 1 est applicable.

14 Echauffements

L'article de la Partie 1 est applicable, avec l'exception suivante:

Addition

14.101 Pour les **SMPS** qui incorporent des transformateurs qui ont des fréquences internes supérieures à 500 Hz, des couples thermoélectriques ou des moyens équivalents de mesure des températures peuvent être utilisés pour déterminer la température des enroulements et des matériaux isolants.

Les valeurs maximales du Tableau 2 de l'IEC 61558-1:2017 pour les températures d'enroulement doivent être réduites de 10 °C pour les mesures de couple thermoélectrique. Les couples thermoélectriques doivent être montés uniquement sur des surfaces accessibles des transformateurs incorporés.

Il convient de ne pas intégrer les couples thermoélectriques dans les enroulements.

14.102 Les **SMPS** doivent être soumis à l'essai à 0,9 fois et 1,1 fois la **tension primaire assignée**.

15 Protection contre les courts-circuits et les surcharges

L'article de la Partie 1 est applicable, avec l'exception suivante:

Addition

15.101 Les circuits électroniques doivent être conçus et appliqués de façon telle qu'une condition de défaut dans le **SMPS** ne provoque pas de choc électrique ou de danger d'incendie, et que le fonctionnement non intentionnel de l'appareil ne compromette pas la sécurité.

La conformité est vérifiée par évaluation des conditions de défaut spécifiées à l'Annexe H de la Partie 1.

16 Résistance mécanique

L'article de la Partie 1 est applicable.

17 Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de poussière, d'objets solides et de l'humidité

L'article de la Partie 1 est applicable.

18 Résistance d'isolement, rigidité diélectrique et courant de fuite

L'article de la Partie 1 est applicable, avec les exceptions suivantes:

Addition

18.3.1.101 Pour les **transformateurs** incorporés dans un **SMPS** selon l'Annexe BB, un essai de type de décharge partielle selon l'Annexe AA doit être réalisé.

18.4 Ne s'applique pas.

Addition

18.101 Le **SMPS** doit satisfaire à l'essai diélectrique aux impulsions de tension conformément à l'Annexe R de l'IEC 61558-1:2017.

*Après l'essai décrit en 18.3, le **SMPS** doit être connecté au matériel d'essai aux impulsions de tension. L'essai diélectrique aux impulsions de tension doit être effectué conformément à l'Annexe R de l'IEC 61558-1:2017, entre les bornes primaires et les bornes secondaires du **SMPS**. L'intervalle entre les impulsions doit être d'au moins 1 s si les impulsions sont produites à l'intérieur du **SMPS**.*

*Pendant l'essai, il ne doit y avoir aucun claquage de l'isolation entre les spires d'un enroulement, entre les **circuits primaires** et **secondaires**, entre les **circuits primaires** ou **secondaires** adjacents, ou entre les enroulements et un noyau conducteur.*

19 Construction

L'article de la Partie 1 est applicable, et les exigences générales relatives aux **SMPS** qui incorporent des transformateurs d'isolement à enroulements séparés, des transformateurs de séparation des circuits, des transformateurs de sécurité ou des autotransformateurs sont définies en 19.1 de la Partie 1.

20 Composants

L'article de la Partie 1 est applicable.

21 Conducteurs internes

L'article de la Partie 1 est applicable.

22 Raccordement à l'alimentation et câbles souples externes

L'article de la Partie 1 est applicable.

23 Bornes pour conducteurs externes

L'article de la Partie 1 est applicable.

24 Dispositions en vue de la mise à la terre

L'article de la Partie 1 est applicable.

25 Vis et connexions

L'article de la Partie 1 est applicable.

26 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation

L'article de la Partie 1 est applicable, avec l'exception suivante:

Addition

*Les **lignes de fuite** et les **distances d'isolement** entre les pistes des **circuits électroniques** doivent être vérifiées suivant les essais décrits en H.4 de l'IEC 61558-1:2017.*

*Les **SMPS** doivent être conformes aux exigences des 26.101 à 26.106.*

NOTE Des exemples pratiques pour la détermination des **distances d'isolement** et des **lignes de fuite** des **transformateurs associés** incorporés dans un SMPS peuvent être consultés à l'Annexe CC.

26.101 Les lignes de fuite et distances à travers l'isolation données dans le Tableau 21, le Tableau 22 et le Tableau 23 de l'IEC 61558-1:2017 sont généralement applicables.

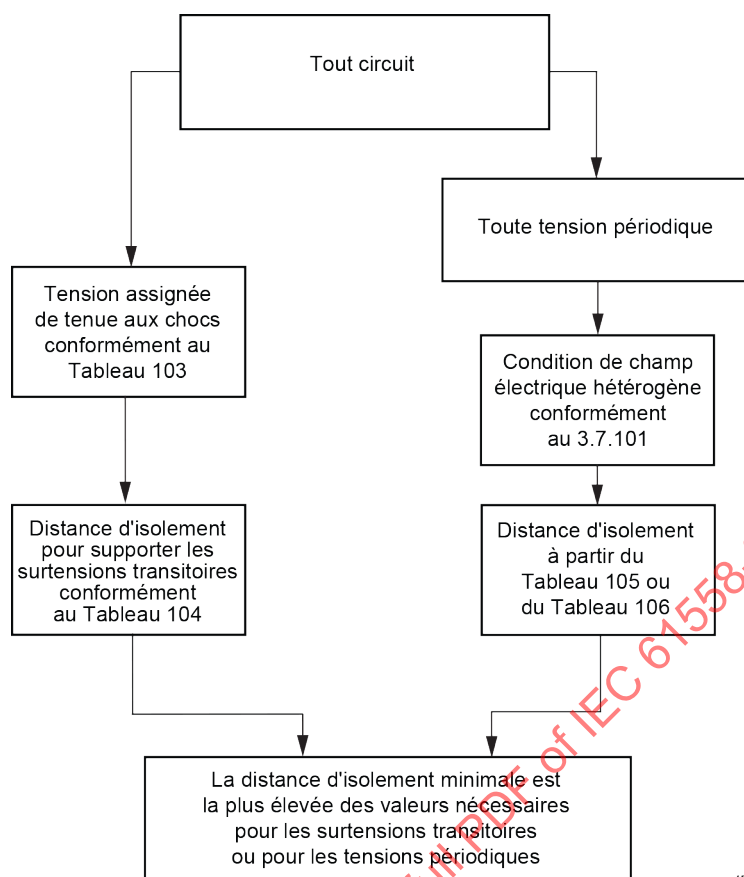
26.102 Conformément à l'IEC 60664-4:2005, les exigences des 26.103 à 26.106 concernant les lignes de fuite, les distances d'isolement et l'isolation solide sont applicables pour les fréquences supérieures à 30 kHz et jusqu'à 3 MHz. Pour les fréquences supérieures à 3 MHz, les essais des 7.4 et 7.5 de l'IEC 60664-4:2005, essais à haute fréquence (essai à haute tension à haute fréquence et essai de décharge partielle à haute fréquence) doivent être effectués.

26.103 Distance d'isolement

Schéma de dimensionnement

La Figure 101 et la Figure 102 représentent les relations entre les facteurs qui influent sur le dimensionnement des **distances d'isolement** et des **lignes de fuite** pour la coordination de l'isolement. Les schémas mettent en avant les facteurs essentiels et ne sont pas destinés à remplacer la lecture complète des paragraphes correspondants. Ils ne prennent notamment pas en compte la situation de champ électrique homogène (valeurs du cas B), un dimensionnement plus précis des **distances d'isolement** pour des fréquences comprises entre f_{crit} et f_{min} et un dimensionnement de l'isolation solide afin d'éviter les essais avec des tensions à haute fréquence.

Il est à noter que les procédures de dimensionnement des **distances d'isolement** et des **lignes de fuite** sont indépendantes. Par conséquent, lorsqu'une **ligne de fuite** et une **distance d'isolement** se trouvent par coïncidence sur la même surface isolante, la plus importante des deux doit être utilisée.



IEC

NOTE Ce schéma de dimensionnement est issu de l'Annexe F de l'IEC 60664-4:2005 et modifié conformément à la série IEC 61558, le champ approximativement homogène n'étant pas pris en compte.

Figure 101 – Schéma pour le dimensionnement des distances d'isolement

- a) Deux déterminations des **distances d'isolement** sont nécessaires pour les fréquences > 30 kHz (la Figure 101 représente le principe):
- détermination fondée sur la **tension assignée de tenue aux chocs** de la **tension primaire assignée** d'après le Tableau 103 et le Tableau 104;
 - détermination fondée sur la **tension de service crête** mesurée d'après le Tableau 106.
- La valeur la plus contraignante des **distances d'isolement** exigées a préséance.
- b) Deux déterminations des **distances d'isolement** sont nécessaires pour les fréquences ≤ 30 kHz (la Figure 101 représente le principe):
- détermination fondée sur la **tension assignée de tenue aux chocs** de la **tension primaire assignée** d'après le Tableau 103 et le Tableau 104;
 - détermination fondée sur la **tension de service crête** mesurée d'après le Tableau 105.

La valeur la plus contraignante des **distances d'isolement** exigées a préséance.

Pour l'**isolation renforcée**, la valeur qui correspond à la **tension assignée de tenue aux chocs** ou à la **tension de service crête** immédiatement supérieure doit être utilisée.

NOTE Les **distances d'isolement** pour supporter les surtensions transitoires sont spécifiées dans le Tableau F.2 de l'IEC 60664-1:2007.

Tableau 103 – Tension assignée de tenue aux chocs

Tension primaire assignée V	Tension assignée de tenue aux chocs V			
	Catégorie de surtension (OVC, <i>OverVoltage Category</i>)			
	OVC I	OVC II	OVC III	OVC IV
≤ 50	330	500	800	1 500
100	500	800	1 500	2 500
150	800	1 500	2 500	4 000
300	1 500	2 500	4 000	6 000
600	2 500	4 000	6 000	8 000
1 000	4 000	6 000	8 000	12 000
a	6 000	8 000	12 000	20 000
L'interpolation n'est pas admise.				
a Cette ligne ne sert qu'au calcul de l'isolation renforcée pour une tension primaire assignée de 1 kV.				

Tableau 104 – Distances d'isolement pour supporter les surtensions transitoires en cas de champ hétérogène

Tension assignée de tenue aux chocs V	Distances d'isolement minimales dans l'air jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer mm		
	Degré de pollution		
	P1	P2	P3
330		0,2	0,8
500	-		
800	-		
1 500	-	0,5	
2 500	-	1,5	1,5
4 000	-	3,0	3,0
6 000	-	5,5	5,5
8 000	-	8,0	8,0
12 000	-	14	14
20 000	-	25	25
L'interpolation n'est pas admise pour les transitoires.			
Pour l' isolation fonctionnelle , aucune distance d'isolement n'est exigée.			
Les valeurs minimales des distances d'isolement indiquées dans le présent tableau sont applicables dans l'air jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer. Pour les valeurs plus élevées, consulter le Tableau A.2 de l'IEC 60664-1:2007.			
L'interpolation est admise pour le facteur d'altitude conformément au Tableau A.2 de l'IEC 60664-1:2007.			

Tableau 105 – Valeurs des distances d'isolement pour des tensions de service crêtes produites dans le SMPS pour les fréquences ≤ 30 kHz

Tension de service crête V	Distances d'isolement pour le champ électrique hétérogène mm	
	Isolation principale	Isolation double ou renforcée
330	0,01	0,04
400	0,02	0,07
500	0,04	0,13
600	0,06	0,2
800	0,13	0,5
1 000	0,26	0,87
1 200	0,42	1,18
1 500	0,76	1,7
2 000	1,27	2,7
2 500	1,8	3,8
3 000	2,4	5,4
4 000	3,8	8,5
5 000	5,7	11
6 000	7,9	14,4
8 000	11,0	20,6

Les valeurs du Tableau 105 sont issues du Tableau F.7a de l'IEC 60664-1:2007. Les valeurs de l'**isolation double** ou **renforcée** sont calculées conformément à l'IEC 60664-1 avec le facteur de tension 1,6 (tension de tenue crête).

Les valeurs minimales des distances d'isolement indiquées dans le présent tableau sont applicables dans l'air jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer. Pour les valeurs plus élevées, consulter le Tableau A.2 de l'IEC 60664-1:2007.

L'interpolation est admise pour la tension de service crête et le facteur d'altitude conformément au Tableau A.2 de l'IEC 60664-1:2007.

Si la valeur de la **distance d'isolement** indiquée dans le Tableau 105 est inférieure à la valeur exigée dans le Tableau 104, alors la valeur du Tableau 104 doit s'appliquer.

Tableau 106 – Valeurs minimales des distances d'isolement dans l'air en conditions de champ électrique hétérogène pour une fréquence > 30 kHz

Tension de service crête V	Isolation principale ou supplémentaire Distance d'isolement (mm)	Isolation double ou renforcée Distance d'isolement (mm)
Jusqu'à 600	0,06	0,12
800	0,18	0,36
1 000	0,5	1,0
1 200	1,4	2,8
1 400	2,35	4,7
1 600	4,0	8,0
1 800	6,7	13,4
2 000	11	22,0

Les valeurs du Tableau 106 sont issues du Tableau 1 de l'IEC 60664-4:2005; les valeurs de l'**isolation double** ou **renforcée** sont deux fois plus élevées que celles de l'**isolation principale**, conformément à l'IEC 60664-1:2007.

Les valeurs minimales des distances d'isolement indiquées dans le présent tableau sont applicables dans l'air jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer. Pour les valeurs plus élevées, consulter le Tableau A.2 de l'IEC 60664-1:2007.

L'interpolation est admise pour la tension de service crête et le facteur d'altitude conformément au Tableau A.2 de l'IEC 60664-1:2007.

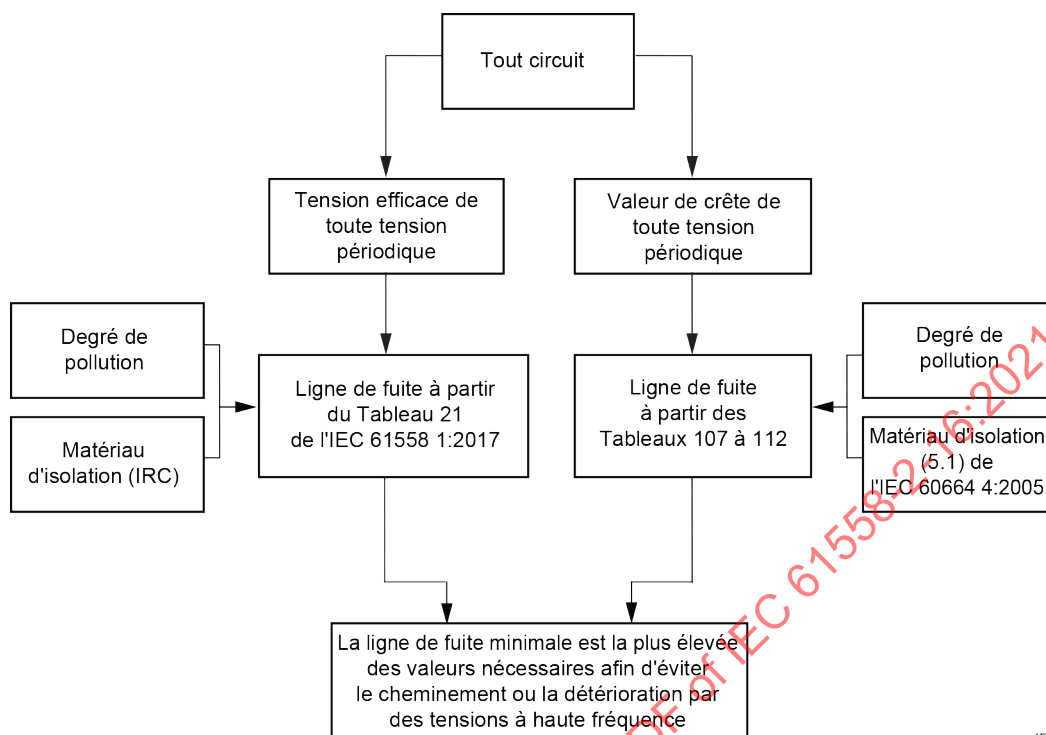
L'interpolation est admise.

Si la valeur de la **distance d'isolement** indiquée dans le Tableau 106 est inférieure à la valeur exigée dans le Tableau 104, alors la valeur du Tableau 104 doit s'appliquer.

26.104 Les tensions de service indiquées dans le Tableau 105 et le Tableau 106 pour la détermination des distances d'isolement sont les tensions de service crêtes.

Toutes les **tensions de service crêtes**, y compris les crêtes en μ s, doivent être utilisées pour déterminer les **distances d'isolement**, conformément au Tableau 105 et au Tableau 106.

26.105 Lignes de fuite



IEC

NOTE Ce schéma de dimensionnement est issu de l'Annexe F de l'IEC 60664-4:2005 et modifié conformément à la série IEC 61558.

Figure 102 – Schéma de dimensionnement des lignes de fuite

Deux déterminations des **lignes de fuite** sont nécessaires (la Figure 102 représente le principe):

- détermination fondée sur la tension de service efficace mesurée d'après le Tableau 21 de l'IEC 61558-1:2017;
- détermination fondée sur la **tension de service crête** mesurée d'après le Tableau 107 au Tableau 112; la fréquence fondamentale doit être prise en compte.

Un contenu en tension d'ondulation efficace à haute fréquence qui ne dépasse pas 10 % peut être ignoré.

Les valeurs du Tableau 107 au Tableau 112 ne tiennent pas compte des effets de cheminement pour les fréquences supérieures à 30 kHz. La **tension de service crête** inclut également tout composant en courant continu et toute impulsion de crête répétitive, générée par le **SMPS**, de la **tension de service**.

La valeur la plus contraignante des **lignes de fuite** exigées, conformément au Tableau 107 jusqu'au Tableau 112, pour les fréquences supérieures à 30 kHz et les valeurs correspondantes du Tableau 21 de l'IEC 61558-1:2017 doivent avoir préséance.

**Tableau 107 – Isolation principale ou supplémentaire –
Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes plages de fréquences
(degré de pollution 1)**

Tension de service crête	Ligne de fuite mm												
kV ^a	30 kHz < f ≤ 100 kHz	100 kHz < f ≤ 150 kHz	150 kHz < f ≤ 200 kHz	200 kHz < f ≤ 300 kHz	300 kHz < f ≤ 400 kHz	400 kHz < f ≤ 500 kHz	500 kHz < f ≤ 600 kHz	600 kHz < f ≤ 700 kHz	700 kHz < f ≤ 800 kHz	800 kHz < f ≤ 900 kHz	900 kHz < f ≤ 1 MHz	1 MHz < f ≤ 2 MHz	2 MHz < f ≤ 3 MHz
0,1	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30
0,2	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	2,80
0,3	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,80	20,00
0,4	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,24	0,30	0,35	4,50	-
0,5	0,18	0,19	0,19	0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,77	1,13	1,50	20,00	-
0,6	0,27	0,27	0,27	0,34	0,40	0,55	0,70	0,85	2,23	3,62	5,00	-	-
0,7	0,36	0,37	0,38	0,53	0,68	1,09	1,49	1,90	7,93	13,97	20,00	-	-
0,8	0,45	0,50	0,55	0,83	1,10	2,00	2,90	3,80	-	-	-	-	-
0,9	0,53	0,67	0,82	1,36	1,90	4,17	6,43	8,70	-	-	-	-	-
1,0	0,60	0,88	1,15	2,08	3,00	8,00	13,00	18,00	-	-	-	-	-
1,1	0,68	1,19	1,70	3,35	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2	0,85	1,63	2,40	5,30	8,20	-	-	-	-	-	-	-	-
1,3	1,20	2,35	3,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,4	1,65	3,33	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	2,30	4,80	7,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6	3,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,7	4,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,8	6,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Dans le tableau, un tiret (–) indique qu'aucune ligne de fuite n'est spécifiée pour cette fréquence. Ces valeurs sont à l'étude.

L'interpolation est admise.

^a La tension dans cette colonne est la **tension de service crête** la plus élevée de la tension à haute fréquence. Cette tension peut se produire à travers l'isolation entre le **circuit primaire** et le **circuit secondaire** à la **tension primaire assignée** et dans des conditions de fonctionnement normal. Pour le mesurage de cette tension, le **circuit secondaire** est mis à la terre. Les transitoires sont inclus.

Si la valeur de la **ligne de fuite** est inférieure à la valeur de la **distance d'isolement**, la valeur de la **distance d'isolement** doit être applicable pour la **ligne de fuite**.