

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V –

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

Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V –

Partie 2-16: Règles particulières et essais pour les blocs d'alimentation à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V –

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

Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V –

Partie 2-16: Règles particulières et essais pour les blocs d'alimentation à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

V

ICS 29.180

ISBN 978-2-88910-543-4

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	8
3 Terms and definitions	9
4 General requirements	9
5 General notes on tests.....	9
6 Ratings.....	9
7 Classification	10
8 Marking and other information.....	10
9 Protection against electric shock.....	11
10 Change of input voltage setting	12
11 Output voltage and output current under load	12
12 No-load output voltage.....	12
13 Short circuit voltage	13
14 Heating.....	13
15 Short-circuit and overload protection	13
16 Mechanical strength.....	14
17 Protection against harmful ingress of dust, solid objects and moisture.....	14
18 Insulation resistance, dielectric strength and leakage current	14
19 Construction	14
20 Components	18
21 Internal wiring	18
22 Supply connection and other external flexible cables or cords.....	19
23 Terminals for external conductors	19
24 Provisions for protective earthing	19
25 Screws and connections	19
26 Creepage distances, clearances and distances through insulation	19
27 Resistance to heat, fire and tracking	32
28 Resistance to rusting	32
Annexes.....	33
Annex AA (informative) Partial discharge (PD) test	33
Annex BB (normative) Particular requirements for associated transformers for use in switch mode power supplies with internal frequencies > 500 Hz	33
Figure 101 – Diagram for dimensioning of clearances.....	20
Figure 102 – Diagram of dimensioning creepage distances.....	24
Figure 103 – Permissible field strength for dimensioning of solid insulation according to Equation (1)	32
Table 101 – Output voltages ratio	13
Table 102 – Values of clearances for frequencies > 30 kHz with approximately homogeneous field condition according to 4.3 of IEC 60664-4	21

Table 103 – Values of clearances for transient overvoltages or recurring peak voltages produced in the primary circuit of the SMPS for frequencies ≤ 30 kHz	22
Table 104 – Minimum values of clearances in air for inhomogeneous field conditions for frequency > 30 kHz	22
Table 105 – Basic or supplementary insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 1)	25
Table 106 – Basic or supplementary insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 2)	26
Table 107 – Basic or supplementary insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 3)	27
Table 108 – Double or reinforced insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 1)	28
Table 109 – Double or reinforced insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 2)	29
Table 110 – Double or reinforced insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 3)	30

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61558-2-16:2009

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF TRANSFORMERS, REACTORS, POWER SUPPLY UNITS AND SIMILAR PRODUCTS FOR SUPPLY VOLTAGES UP TO 1 100 V –

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

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 similar products for low voltage up to 1 100 V.

This first edition of IEC 61558-2-16 cancels and replaces IEC 61558-2-17, published in 1997. It constitutes a technical revision.

This part has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104 (1997): *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*.

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

FDIS	Report on voting
96/330/CDV	96/333/RVC

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

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

This Part 2-16 is intended to be used in conjunction with the latest edition of IEC 61558-1 and its amendments. It is based on the second edition (2005) of that standard.

This part supplements or modifies the corresponding clauses in IEC 61558-1, 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*.

A list of all parts of the IEC 61558 series can be found on the IEC website under the title: *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V*.

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 a particular subclause of Part 1 is not mentioned in this part, that subclause applies as far as is reasonable. Where this part states "addition", "modification" or "replacement", the relevant text of Part 1 is to be adapted accordingly.

In this part, 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 part, the words in **bold** are defined in Clause 3.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

NOTE The attention of National Committees is drawn to the fact that equipment manufacturers and testing organizations may need a transitional period following publication of a new, amended or revised IEC publication in which to make products in accordance with the new requirements and to equip themselves for conducting new or revised tests.

It is the recommendation of the committee that the content of this publication be adopted for implementation nationally not earlier than 12 months from the date of publication.

SAFETY OF TRANSFORMERS, REACTORS, POWER SUPPLY UNITS AND SIMILAR PRODUCTS FOR SUPPLY VOLTAGES UP TO 1 100 V –

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

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**. **Transformers** incorporating **electronic circuits** are also covered by this standard.

NOTE 1 Safety includes electrical, thermal and mechanical aspects.

This part applies to:

- a) **switch mode power supply units** incorporating **safety isolating transformers** providing **SELV, PELV or FELV** a.c. or d.c. **output voltage(s)**, or a combination thereof according to IEC 61140 and IEC 60364-4-41 for use with household and other consumer products, except for products covered by IEC 60065, IEC 61347 series, IEC 61204-7 and IEC 60950-1;
- b) **switch mode power supply units** with a maximum **output voltage** not exceeding 1 000 V a.c. or 1 414 V ripple-free d.c. for use with household and other consumer products, except for products covered in a) and products covered by IEC 60065, IEC 61347 series, IEC 61204-7 and IEC 60950-1;
- c) this standard may be used for **transformers** for use in **switch mode power supply units** (see Annex BB).

This part covers the safety requirements for:

- separating SMPS for general use corresponding to Part 2-1;
- isolating SMPS for general use corresponding to Part 2-4;
- safety isolating SMPS for general use corresponding to Part 2-6;
- auto-SMPS for general use corresponding to Part 2-13.

For SMPS for specific application corresponding to the other Parts 2 of 61558 series, the necessary requirements of the relevant Parts 2 are applicable. In addition, the requirements listed in this part apply. Where the two requirements are in conflict, the most severe take precedence.

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

Switch mode power supply units covered by this standard are air cooled (natural or forced) **independent, associated, stationary, portable**, single-phase, or polyphase, with the **rated supply voltage** not exceeding 1 100 V a.c., 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.

Associated transformers for switch mode power supply units covered by Annex BB of this standard shall have a **rated output** not exceeding:

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

NOTE 3 For higher frequencies, additional requirements may be necessary. However, this standard may be used as a guide.

The **no-load output voltage** or the **rated output voltage** of **switch mode power supply units** shall not exceed:

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

The **no-load output voltage** or the **rated output voltage** of **independent switch mode power supply units** shall not be less than:

- 50 V a.c. or 120 V ripple-free d.c. when **separating transformers** or **autotransformers** are used.

This standard is also applicable to **switch mode power supply units**, converters and inverters without limitation of the **rated output**. However, such **switch mode power supply units** are for special applications and are subject to an agreement between the purchaser and the manufacturer.

NOTE 4 In the context of this standard, converters and invertors are considered to be **switch mode power supply units**.

This standard may also be used as a guide for products not covered by the scope of this standard, the scope of IEC 61204-7, or the scope of IEC 61347 series.

This standard does not apply to:

- motor-generator sets;
- uninterruptible power supplies (UPS) according to IEC 62040;
- **switch mode power supply units** covered by IEC 61204-7 (i.e., low-voltage power supply devices, d.c. output, performance characteristics) and d.c. power and distribution equipment and **switch mode power supply units** for use in applications covered by IEC 60950-1, IEC 61010-1, IEC 60601-1, and IEC 60065;
- lamp control gear covered by IEC 61347-1;
- external circuits and their components intended to be connected to the input terminals and output terminals of the **transformers**.

NOTE 5 IEC 61204-7 will be updated by SC 22E.

NOTE 6 Attention is drawn to the following:

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

NOTE 7 Future technological development of **transformers** may necessitate a need to increase the upper limit of the frequencies; until then, this part may be used as a guidance document.

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

2 Normative references

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

Addition:

IEC 60227 (all parts), *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

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

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

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

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

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

IEC 61204-7:2006, *Low voltage power supplies, d.c. output – Part 7: Safety requirements*

IEC 61347 (all parts), *Lamp control gear*

IEC 61558-1:2005, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61558-2-1, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – 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 similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-4: Particular requirements and tests for isolating transformers and power supply units incorporating isolating transformers*

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers*

IEC 61558-2-13, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-13: Particular requirements and tests for auto transformers and power supply units incorporating auto transformers*

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

3 Terms and definitions

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

Addition:

The term **transformer** in Part 1 also designates a **SMPS** as defined by this part.

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

In this standard, the actual applicable terms are used.

Replacement

3.3.8

working voltage

highest r.m.s. value of the a.c. or d.c. voltage which may occur (locally) across any insulation at **rated supply voltage** under no-load or normal operating conditions, transients being disregarded. The **working voltage** between any point in the circuit supplied by the mains and other isolated parts shall be assumed:

- the rated input voltage, or
- the measured working voltage

whichever is greater

NOTE 1 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 2 On three phase systems, the **working voltage** can be different from the nominal voltage.

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 a.c. or 1 415 V ripple-free d.c. for **SMPS** incorporating **separating transformers** or **auto-transformers**;
- 500 V a.c. or 708 V ripple-free d.c. for **SMPS** incorporating **isolating transformers**;
- 50 V a.c. or 120 V ripple-free d.c. for **SMPS** incorporating **safety isolating transformers**.

For **independent SMPS** incorporating **separating transformers** or **auto-transformers**, the **rated output voltage** shall exceed 50 V a.c. or 120 V ripple-free d.c. and not exceed 1 000 V a.c. or 1 415 V ripple-free d.c.

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

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 1 100 V a.c.

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

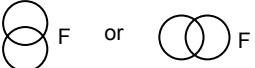
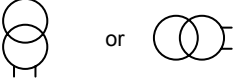
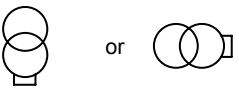
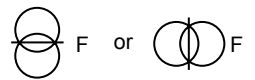
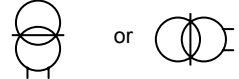
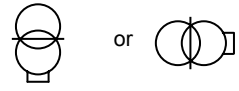
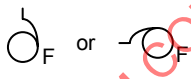
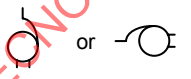
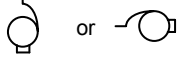
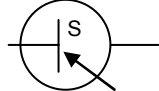
This clause of Part 1 is applicable, except as follows:

8.1 h) *Replacement:*

relevant graphical symbols shown in 8.11 indicating the kind of **transformer** in addition with the symbol for **SMPS**; if an IP00 **transformer** or and **associated transformers** have circuits corresponding to different parts 2 in the same construction (e.g. **SELV output circuit** according to Part 2-6 and 230 V **output circuit** according to Part 2-4) the relevant symbols have to be used. The term **transformer** shall be replaced by **SMPS**, except for the marking which applies to **incorporated transformers** and **incorporated SMPS**;

8.11 *Addition:*

The following symbols shall be used to indicate the type of **transformer(s)** that are incorporated:

Symbol or graphical symbol	Explanation or title	Identification
	SMPS incorporating a fail-safe separating transformer	
	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	
	SMPS incorporating a non-short-circuit-proof isolating transformer	
	SMPS incorporating a short-circuit-proof isolating transformer (inherently or non-inherently)	
	SMPS incorporating a fail-safe safety isolating transformer	
	SMPS incorporating a non-short-circuit-proof safety isolating transformer	
	SMPS incorporating a short-circuit-proof safety isolating transformer (inherently or non-inherently)	
	SMPS incorporating a fail-safe auto-transformer	
	SMPS incorporating a non-short-circuit proof auto-transformer	
	SMPS incorporating a short-circuit proof auto-transformer (inherently or non-inherently)	
	SMPS (Switch mode power supply unit)	

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 a.c. to 240 V a.c.) 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 according to 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 a.c. or 1 415 V ripple-free d.c. for **SMPS** incorporating **separating transformers** or **auto-transformers**;
- 500 V a.c. or 708 V ripple-free d.c. for **SMPS** incorporating **isolating transformers**;
- 50 V a.c. or 120 V ripple-free d.c. for **SMPS** incorporating **safety isolating transformers**.

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

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

*The difference between the **no-load output voltage** measured in this clause 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 101.*

NOTE 1 The ratio is defined as follows:
$$\frac{U_{\text{no-load}} - U_{\text{load}}}{U_{\text{load}}} \times 100 \%$$

where $U_{\text{no-load}}$ is the no-load output voltage and U_{load} is the output voltage under load.

Table 101 – Output voltages ratio

Type of transformer 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 difference shall not exceed the values shown in Table 101.

NOTE 2 The values of Table 101 are based on the values of Part 2-4 and are also applicable to **SMPS** according to Part 2-1, 2-6, and 2-13.

12.103 Unless otherwise specified by the manufacturer, **SMPS** with high frequency **output rating** shall be tested with 20 cm to 200 cm length of wire connected to the **output terminals** under the most unfavourable conditions. Two twisted wires or cables rated 60227 IEC 53 may be used. The cross sectional area of the conductors shall be determined according to the **rated output** of the **SMPS**, and the current density shall not exceed 5 A/mm² in normal use.

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 1 kHz, 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 1 in Part 1 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.

NOTE The thermo-couples should not be integrated in the windings.

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.

18.3 Addition of a new box 5 for Table 8a:

Table 8a – Table of dielectric strength test voltages

Application of dielectric strength test voltage	Working voltage V				
	<50	150	300	600	1 000
5) Over functional insulation for windings intended to be connected in series or parallel	Working voltage + 500 V				

18.4 does not apply.

Addition:

The term **transformer** shall be replaced by **SMPS** where applicable.

18.101 SMPS shall fulfil the impulse test according to Table F.5 of IEC 60664-1 with 1,2/50 µs as follows:

*After the test of 18.3 the **SMPS** shall be connected to the impulse test equipment. The impulse test shall be carried out with 10 impulses of each polarity 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, except as follows:

19.1 Replacement:

19.1.1 SMPS incorporating auto-transformers

19.1.1.1 Plug connected **auto-transformers** where the **rated input voltage** is higher than the **rated output voltage**, shall not have any potential to earth at the output socket higher than the **rated output voltage**.

This requirement shall be fulfilled by using one of the following methods:

19.1.1.2 Polarized input and output plug and socket-outlet system

In this case, an instruction shall be given for not using such a transformer with a non-polarised plug and socket-outlet system.

19.1.1.3 Polarity detecting device (for non polarised input and output plug and socket-outlet system)

A polarity detecting device shall only energise the output circuit when the potential to earth at the poles of the output socket does not exceed the **rated output voltage**. The contact separation of the breaking device shall be at least of 3 mm in each pole.

NOTE A magnetic relay is an example of polarity detecting device.

Compliance is checked by the following test:

*The **auto-transformer** is connected to the mains at 1,06 times the **rated input voltage** under the most unfavourable condition of load and output voltage. The test is repeated with the polarity of the input reversed. During the test, the measured potential to earth of each pole shall not exceed the maximum **output voltage** under load (1,06 times the **rated output voltage** taking into account the permissible deviations of Clause 11).*

Compliance is checked by measurement.

If the polarity detecting device uses a current flowing to the earth for the detection, this current shall not exceed 0,75 mA and shall only be flowing for the period of measurement until the polarity is reversed.

Compliance is checked by measurement.

All the tests are repeated under the fault conditions of H.2.3 of Annex H of Part 1. In this case, the potential to earth of each pole shall not exceed 1,06 times the maximum output voltage under load for more than 5 s.

Compliance is checked by measurement.

19.1.2 SMPS incorporating separating transformers

19.1.2.1 The **input** and **output circuits** shall be electrically separated from each other, and the construction shall be such that there is no possibility of any connection between these circuits, either directly or indirectly, via other **conductive parts**, except by deliberate action.

Compliance is checked by inspection and measurements, taking Clauses 18 and 26 into consideration.

19.1.2.2 The insulation between the **input** and **output winding(s)** shall consist of at least **basic insulation**.

In addition, the following requirements apply:

- for **class I SMPS**, the insulation between the **input windings** and the **body**, and between the **output windings** and the **body** shall consist of at least **basic insulation** (both **basic insulations** rated for the **working voltage**);

- for **class II SMPS**, the insulation between the **input windings** and the **body**, and between the **output windings** and the **body** shall consist of **double** or **reinforced insulation** (both **double** or **reinforced insulations** rated for the **working voltage**).

19.1.2.3 For **SMPS** with intermediate **conductive parts** (e.g., the iron core) or a resonant circuit, not connected to the **body** and located between the **input** and **output windings**, the insulation between the intermediate **conductive parts** (or a resonant circuit) and the **input windings** or between the intermediate **conductive parts** (or a resonant circuit) and the **output windings** shall consist of at least **basic insulation**.

NOTE An intermediate **conductive part** (or a resonant circuit), not separated from the **input** or **output windings** or the **body** by at least **basic insulation**, is considered to be connected to the relevant part(s).

In addition, the following requirements apply:

- for **class I SMPS**, the insulation between the **input** and **output windings** via the intermediate conductive parts (or a resonant circuit) shall consist of at least **basic insulation** (rated for the **working voltage**);
- for **class II SMPS**, the insulation between the **input windings** and the **body**, and between the **output windings** and the **body**, via the intermediate conductive parts (or a resonant circuit) shall consist of **double** or **reinforced insulation** (rated for the **input** and **output voltage**).

19.1.2.4 Parts of **output circuits** may be connected to protective earth.

19.1.2.5 There shall be no direct connection between the **output circuits** and the **body**, **unless** – for **associated transformers** - allowed by the relevant equipment standard, or 19.8 of Part 1 is fulfilled. However, capacitors according to 19.8 are allowed.

Compliance is checked by inspection.

19.1.3 SMPS incorporating isolating transformers and safety isolating transformers

19.1.3.1 The **input** and **output circuits** shall be electrically separated from each other, and the construction shall be such that there is no possibility of any connection between these circuits, either directly or indirectly, via other **conductive parts**, except by deliberate action.

Compliance is checked by inspection and measurements taking Clauses 18, 19, and 26 into consideration.

19.1.3.2 The insulation between **input** and **output winding(s)** shall consist of **double** or **reinforced insulation** (rated for the **working voltage**), unless the requirements in 19.1.3.4 are complied with:

In addition, the following applies:

- for **class I transformers** not intended for connection to the mains supply by means of a plug, the insulation between the **input windings** and the **body** connected to earth shall consist of at least **basic insulation** rated for the **input voltage**. The insulation between the **output windings** and the **body** connected to earth, shall consist of at least **basic insulation** (rated for the **output voltage**);
- for **class I transformers** intended for connection to the mains supply by means of a plug, the insulation between the **input windings** and the **body** shall consist of at least **basic insulation**, and the insulation between the **output windings** and the **body** shall consist of at least **supplementary insulation** (both **basic** and **supplementary insulations** rated for the **working voltage**);

- for **class II transformers**, the insulation between the **input windings** and the **body** shall consist of **double** or **reinforced insulation** (rated for the **input voltage**). The insulation between the **output windings** and the **body** shall consist of **double** or **reinforced insulation** (rated for the **output voltage**).

19.1.3.3 For **transformers** with intermediate **conductive parts** (e.g. the iron core) not connected to the **body** and located between the **input** and **output windings**, the following requirements are applicable:

19.1.3.3.1 for **class I and class II transformers**, the insulation between the **input** and **output windings** via the intermediate **conductive parts** shall consist of **double** or **reinforced insulation** (rated for the **working voltage**);

- for **class II transformers**, the insulation between the **input windings** and the **body**, and between the **output windings** and the **body** via the intermediate **conductive parts** shall consist of **double** or **reinforced insulation** (rated for the **input** and **output voltage**), for SELV circuits **basic insulation** only is required;
- for transformers different from independent (IP00), the insulation between the **input** and **output windings** via the intermediate **conductive parts** shall consist of **double** or **reinforced insulation** (rated for the **working voltage**).

19.1.3.3.2 as alternative to 19.1.3.3.1 for **class I transformer** not intended to be connected by means of a plug and for **transformer** different from **independent** (IP00), if the construction assure that all laminated plates of the iron core are connected to earth (e.g by soldering / welding) and if the in data sheet or instruction sheet clearly state that the safety of the **transformer** depends on the earth connection and that is not possible to use in **class II** equipment, than the following apply: the insulation between the **input windings** and the intermediate **conductive part** connected to earth, and between the **output windings** and the intermediate **conductive part** connected to earth, shall consist of at least **basic insulation** (rated for the **input** and **output voltage**);

19.1.3.3.3 in addition to 19.1.3.3.1 and 19.1.3.3.2, the insulation between the intermediate **conductive parts** and the **input windings**, and between the intermediate **conductive parts** and the **output windings** shall consist of at least **basic insulation** (rated for the **input** and **output voltage**). An intermediate **conductive part** not separated from the **input** or **output windings** or the **body** by at least **basic insulation** is considered to be connected to the relevant part(s).

NOTE An intermediate metal part which is isolated from one of the windings by double or reinforced insulation is considered as being connected to the other winding.

19.1.3.4 For **class I transformers**, not intended for connection to the mains supply by means of a plug, the insulation between the **input** and **output windings** may consist of **basic insulation** plus **protective screen** instead of **double** or **reinforced insulation** provided the following conditions are complied with:

- the insulation between the **input winding** and the **protective screen** shall comply with requirements for **basic insulation** (rated for the **input voltage**);
- the insulation between the **output winding** and the **protective screen** shall comply with requirements for **basic insulation** (rated for the **output voltage**);
- the **protective screen** shall, unless otherwise specified, consist of a metal foil or of a wire wound screen extending at least the full width of one of the **input winding** and shall have no gaps or holes;
- where the protective screen does not cover the entire width of the **input winding**, additional adhesive tapes or equivalent insulation shall be used to ensure **double insulation** in that area;

- if the protective screen is made of a foil, the turns shall be insulated from each other. In case of only one turn, it shall have an isolated overlap of at least 3 mm;
- the wire of a wire wound screen and the lead-out wire of the **protective screen** shall have a cross-sectional area at least corresponding to the **rated current** of the overload protective device to ensure that, if a breakdown of **insulation** should occur, the overload protective device opens the circuit before the lead-out wire is destroyed in the event of the breakdown of the **insulation system**;
- the lead-out wire shall be soldered to the **protective screen** or fixed in an equally reliable manner.

For **transformers** for connection to the mains by the means of a plug of any type (incorporating or not), the alternative with **basic insulation** plus **protective screening** is not allowed.

NOTE For the purpose of this subclause, the term “winding” does not include **internal circuits**.

Examples of construction of windings are given in Annex M of Part 1.

19.1.3.5 There shall be no connection between the **output circuits** and the protective earth, unless this is allowed for **associated transformers** by the relevant equipment standard, or when 19.8 of Part 1 is fulfilled.

19.1.3.6 There shall be no direct connection between the **output circuits** and the **body**, unless this is allowed for **associated transformers** by the relevant equipment standard, or when 19.8 of Part 1 is fulfilled.

Compliance is checked by inspection.

19.1.3.7 For **SMPS incorporating isolating transformers** and **safety isolating transformers**, the **input** and **output terminals** for the connection of external wiring shall be so located that the distance measured at the point of introduction of the conductors, into these terminals, is not less than 25 mm. If a barrier is used to obtain the distance, the measurement shall be made over and around the barrier which shall be of insulating material and permanently fixed to the transformer.

Compliance is checked by inspection and by measurement disregarding intermediate conductive parts.

19.1.3.8 **Portable transformers** having a **rated output** not exceeding 630 VA shall be class II.

19.1.3.9 There shall be no connection between the **output circuits** and the **body**, unless – for **associated transformers** – allowed by the relevant equipment standard.

19.1.3.10 For **transformers** for connection to the mains by mains of a plug of many type (incorporated or not), the alternative with **basic insulation** plus **protective screening** is not allowed.

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 cables 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:

Compliance is checked by the tests of H.3 of Part 1 and by the following requirements.

26.101 Creepage distances, clearances and distances through insulation as shown in Table 13, Table C.1 and Table D.1 of Part 1 are generally applicable.

26.102 In compliance with IEC 60664-4 (2005), the following requirements are applicable for frequencies above 30 kHz. In IEC 60664-4, values for **creepage distances**, clearances and solid **insulation** are required up to the frequency of 3 MHz. If frequencies above 3 MHz will be used in this standard, the tests of Clause 7 of IEC 60664-4, High-frequency testing (high frequency high voltage test and high frequency **partial discharge** test) are required.

26.103 Clearance

- a) Two determinations of the clearances are necessary for frequencies > 30 kHz (see Figure 101 which is showing the principle):
- determination based on the measured peak working voltage according Table 104 and alternative for approximately homogeneous field conditions according Table 102.
 - determination based on the measured r.m.s working voltage according Tables 13, C.1 and D.1 of IEC 61558-1.,

The minimum clearance is the greater of the two values.

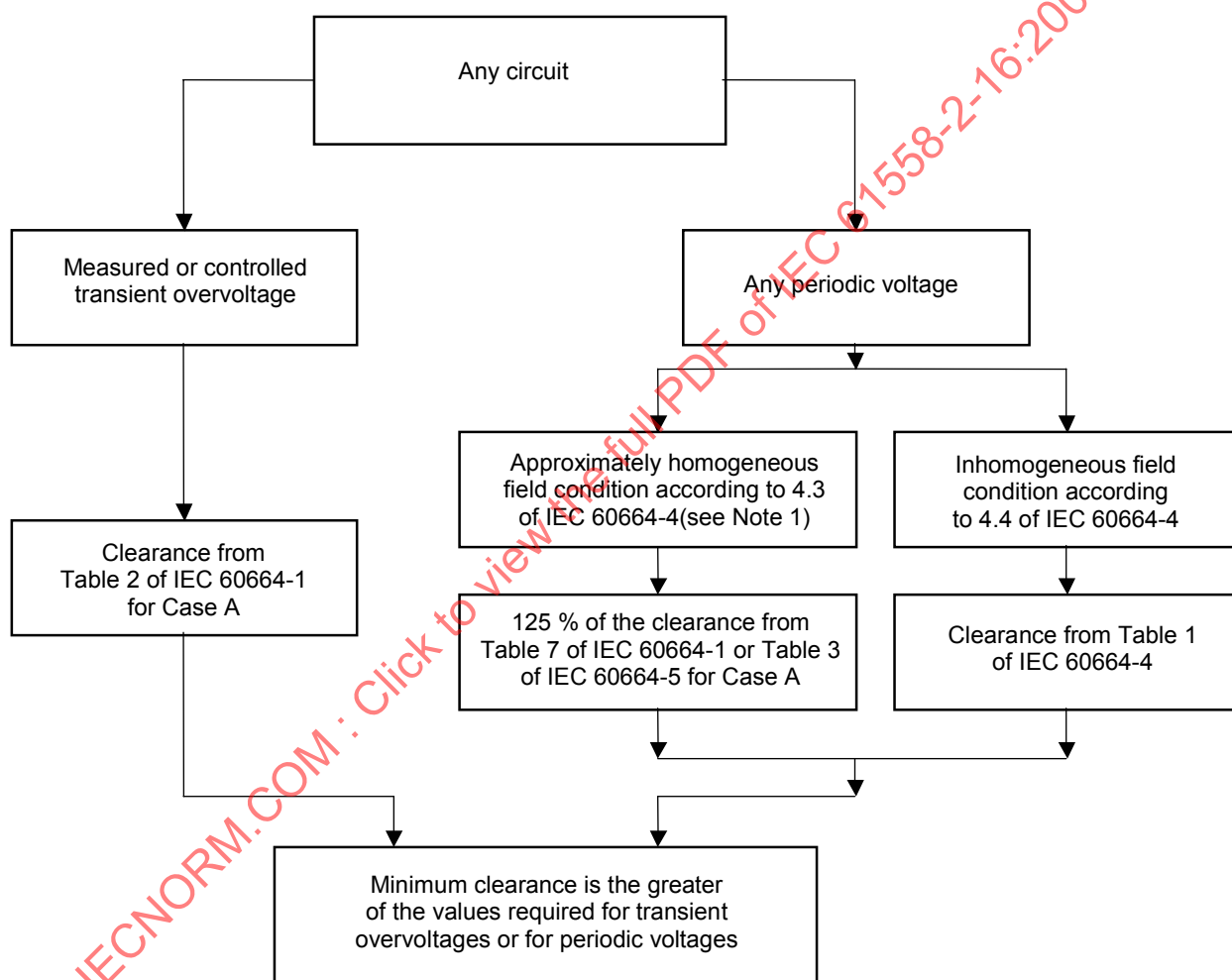
- b) Two determinations of the clearances are necessary for frequencies ≤ 30 kHz (see Figure 101 which is showing the principle):
- determination based on the measured peak working voltage with recurring peak voltages, according Table 103.
 - determination based on the measured r.m.s working voltage according IEC 61558-1, Tables 13, C.1 and D.1.

The minimum clearance is the greater of the two values.

Dimensioning diagram

The following diagrams 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 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 992/09

NOTE 1 For frequencies exceeding 30 kHz, an approximately homogeneous field is considered to exist when the radius of curvature of the conductive parts is equal or greater than 20 % of the clearance. The necessary radius of curvature can only be specified at the end of the dimensioning procedure.

NOTE 2 This dimensioning diagram is copied from Annex F of IEC 60664-4.

Figure 101 – Diagram for dimensioning of clearances

Table 102 – Values of clearances for frequencies > 30 kHz with approximately homogeneous field condition according to 4.3 of IEC 60664-4

Working voltage (peak value)	Clearances for the approximately homogeneous field	
	Basic insulation	Double or reinforced insulation
V	mm	mm
330	0,02	0,03
400	0,04	0,06
500	0,07	0,11
600	0,1	0,16
800	0,15	0,33
1 000	0,2	0,45
1 200	0,3	0,57
1 500	0,43	0,8
2 000	0,6	1,2
2 500	0,86	1,5
3 000	1,1	2,0
4 000	1,5	3,0
5 000	2,1	3,5
6 000	3,1	4,5
8 000	3,5	6,0
NOTE The values of Table 102 are based on Table 7a of IEC 60664-1 (125 % of the peak voltage in Table 7a). The values of double or reinforced insulation are calculated according to IEC 60664-1 with a factor of 1,6 times the peak withstand voltage.		

If the value of the clearance found in Table 102 is less than the value required in Table 13 of IEC 61558-1 (Table F.2 of IEC 60664-1), then the value of IEC 61558-1 shall be applicable.

Approximately homogeneous field is considered to exist when the radius of curvature of the conductive part is equal or greater than 20 % of the clearance.

Table 103 – Values of clearances for transient overvoltages or recurring peak voltages produced in the primary circuit of the SMPS for frequencies ≤ 30 kHz

Voltage (peak value)	Clearances for the Inhomogeneous field	
	Basic insulation	Double or reinforced insulation
V	mm	mm
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
NOTE The values of Table 103 are based on Table 7a of IEC 60664-1. The values of double or reinforced insulation are calculated according IEC 60664-1 with the factor 1,6 of voltage (peak withstand voltage).		

If the value of the clearance found in Table 104 is less than the value required in Table 13 of IEC 61558-1 (Table F.2 of IEC 60664-1), then the value of IEC 61558-1 is required.

Table 104 – Minimum values of clearances in air for inhomogeneous field conditions for frequency > 30 kHz

Working voltage U_{peak} (kV)	Basic- or supplementary insulation Clearance (mm)	Double or reinforced insulation Clearance (mm)
Up to 0,6	0,06	0,12
0,8	0,18	0,36
1,0	0,5	1,0
1,2	1,4	2,8
1,4	2,35	4,7
1,6	4,0	8,0
1,8	6,7	13,4
2,0	11	22,0
NOTE The values of Table 104 are based on Table 1 of IEC 60664-4 (2005), the values of double or reinforced insulation are twice the value of basic insulation in accordance with 109/58/CDV.		

Interpolation is allowed.

If the value of the clearance found in Table 104 is less than the value required in Table 13 of IEC 61558-1 (Table F.2 of IEC 60664-1), then the value of IEC 61558-1 is required.

26.104 The working voltages of Tables 102, 103 and 104 for determination of clearances are in peak values.

All peak voltages, also if μsec -peaks are to determine according Table 102 to Table 104.

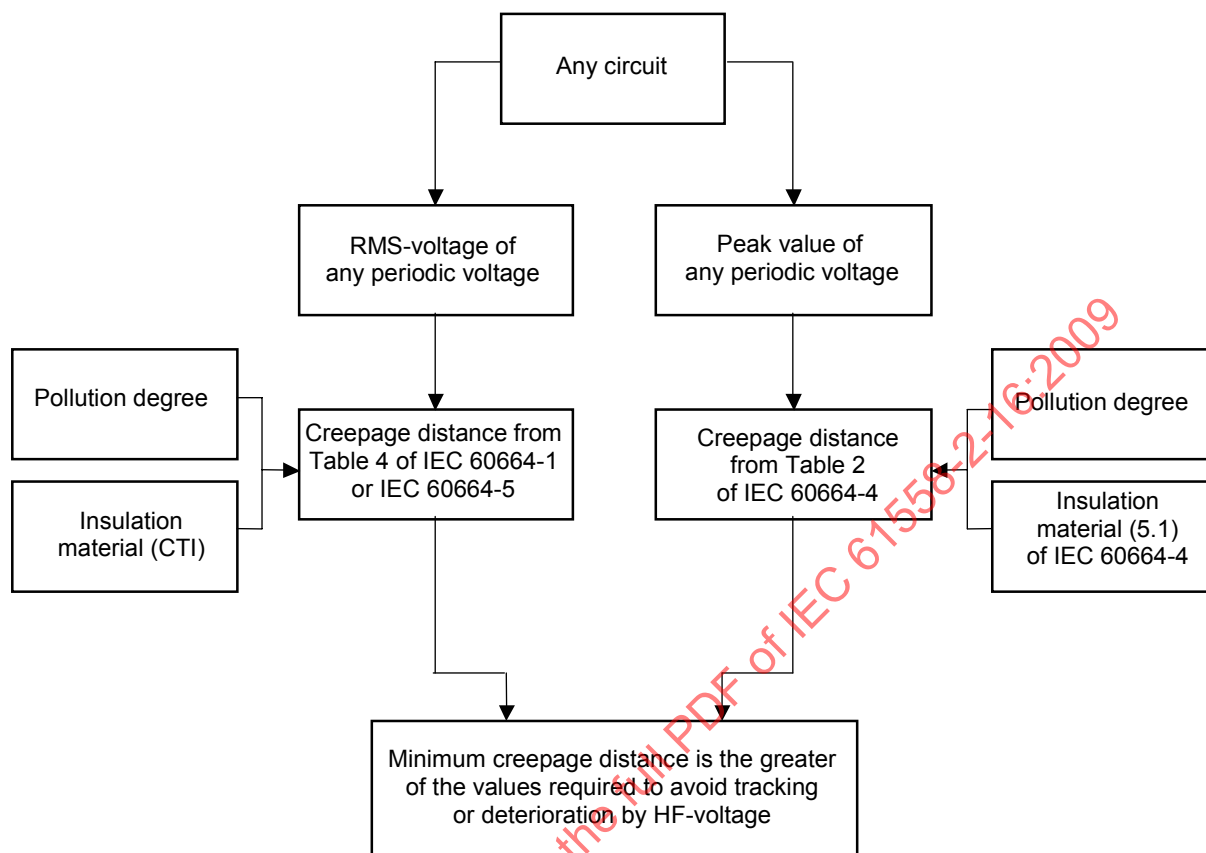
The measured r.m.s. voltages are to determine according to Table 13 of IEC 61558-1 (Table F.2 of IEC 60664-1). If the construction fulfils the requirements of 4.3 of IEC 60664-4 for approximately homogeneous field conditions, the values of Table 102 shall be applicable (125 % of the values of Table 7 of IEC 60664-1).

26.105 Creepage distances

Two determinations of the creepage distances are necessary (see Figure 102 which is showing the principle):

- determination based on the measured peak working voltage according Tables 105 to 110;
- determination based on the measured r.m.s working voltage according Tables 13, C.1 and D.1 of IEC 61558-1,.

The values in Tables 105 to 110 do not take into account the effects of tracking phenomena for frequencies above 30 kHz. All peaks are included in the peak values of the working voltage. Therefore, if the values for frequencies above 30 kHz in Tables 105 to 110 of this standard are lower than the relevant values in Tables 13, C.1 or D.1 of IEC 61558-1, the higher values shall be applicable.



IEC 1386/05

NOTE This dimensioning diagram is copied from IEC 60664-4, Annex F.

Figure 102. – Diagram of dimensioning creepage distances

Table 105 – Basic or supplementary insulation – Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 1)

Working-voltage U_{peak}/kV^a	Creepage distance (mm)												
	30 kHz< f <100 kHz	f <150 kHz	f <200 kHz	f <300 kHz	f <400 kHz	f <500 kHz	f <600 kHz	f <700 kHz	f <800 kHz	f <900 kHz	f <1 MHz	f <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	0,60	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 The voltage in this column is the highest peak 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.

^a The voltage in this column is the highest peak 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.

Interpolation is allowed.

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.

The peak working voltage includes small peaks. See 26.105. A measurement based on r.m.s. values shall also be made. See 26.104 and Table 105.

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

**Table 106 – Basic or supplementary insulation –
Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 2)**

Working-voltage $U_{peak}(kV)^a$	Creepage distance (mm)												
	30 kHz< f <100 kHz	f <150 kHz	f <200 kHz	f <300 kHz	f <400 kHz	f <500 kHz	f <600 kHz	f <700 kHz	f <800 kHz	f <900 kHz	f <1 MHz	f <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	0,72	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 The voltage in this column is the highest peak 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.

^a The voltage in this column is the highest peak 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.

Interpolation is allowed.

If the value of the creepage distance is shorter than the value of the clearance, the value of the clearance is required for the creepage.

The peak working voltage includes small peaks, see 26.105. A determination based on r.m.s. values is also required, see 26.104 and Table 105.

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

**Table 107 – Basic or supplementary insulation –
Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 3)**

Working-voltage	Creepage distance (mm)												
	30 kHz<f<100 kHz	f<150 kHz	f<200 kHz	f<300 kHz	f<400 kHz	f<500 kHz	f<600 kHz	f<700 kHz	f<800 kHz	f<900 kHz	f<1 MHz	f<2 MHz	f<3 MHz
U _{peak} (kV) ^a													
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	0,84	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 The voltage in this column is the highest peak 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.

^a The voltage in this column is the highest peak 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.

Interpolation is allowed.

If the value of the creepage distance is shorter than the value of the clearance, the value of the clearance is required for the creepage.

The peak working voltage includes small peaks, see 26.105. A determination based on r.m.s. values is also required, see 26.104 and Table 105.

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

**Table 108 – Double or reinforced insulation –
Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 1)**

Working-voltage $U_{peak}(kV)^a$	Creepage distance (mm)												
	30 kHz< f <100 kHz	f <150 kHz	f <200 kHz	f <300 kHz	f <400 kHz	f <500 kHz	f <600 kHz	f <700 kHz	f <800 kHz	f <900 kHz	f <1 MHz	f <2 MHz	f <3 MHz
0,1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60
0,2	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	5,60
0,3	0,17	0,17	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	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 The voltage in this column is the highest peak 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.

^a The voltage in this column is the highest peak 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.

Interpolation is allowed.

If the value of the creepage distance is shorter than the value of the clearance, the value of the clearance is required for the creepage.

The peak working voltage includes small peaks, see 26.105. A determination based on r.m.s. values is also required, see 26.104 and Table 105.

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

**Table 109 – Double or reinforced insulation –
Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 2)**

Working-voltage	Creepage distance (mm)												
$U_{peak}(kV)^a$	30 kHz< f <100 kHz	f <150 kHz	f <200 kHz	f <300 kHz	f <400 kHz	f <500 kHz	f <600 kHz	f <700 kHz	f <800 kHz	f <900 kHz	f <1 MHz	f <2 MHz	f <3 MHz
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	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 The voltage in this column is the highest peak 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.

^a The voltage in this column is the highest peak 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.

Interpolation is allowed.

If the value of the creepage distance is shorter than the value of the clearance, the value of the clearance is required for the creepage.

The peak working voltage includes small peaks, see 26.105. A determination based on r.m.s. values is also required, see 26.104 and Table 105.

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

**Table 110 – Double or reinforced insulation –
Minimum values of creepage distances for different frequency ranges (pollution degree 3)**

Working-voltage	Creepage distance (mm)												
	30 kHz<f<100 kHz	f<150 kHz	f<200 kHz	f<300 kHz	f<400 kHz	f<500 kHz	f<600 kHz	f<700 kHz	f<800 kHz	f<900 kHz	f<1 MHz	f<2 MHz	f<3 MHz
0,1	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84
0,2	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42	7,84
0,3	0,23	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	2,24	56,00
0,4	0,35	0,36	0,36	0,39	0,42	0,46	0,49	0,53	0,68	0,83	0,98	12,60	-
0,5	0,51	0,52	0,53	0,62	0,70	0,84	0,98	1,12	2,15	3,17	4,20	56,00	-
0,6	0,75	0,75	0,76	0,94	1,12	1,54	1,96	2,38	6,25	10,13	14,00	-	-
0,7	1,00	1,03	1,06	1,48	1,90	3,04	4,18	5,32	22,21	39,11	56,00	-	-
0,8	1,26	1,40	1,54	2,31	3,08	5,60	8,12	10,64	-	-	-	-	-
0,9	1,47	1,88	2,30	3,81	5,32	11,67	18,01	24,36	-	-	-	-	-
1	1,68	2,45	3,22	5,81	8,40	22,40	36,40	50,40	-	-	-	-	-
1,1	1,91	3,34	4,76	9,38	14,00	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2	2,38	4,55	6,72	14,84	22,96	-	-	-	-	-	-	-	-
1,3	3,36	6,58	9,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,4	4,62	9,31	14,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	6,44	13,44	20,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6	8,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,7	12,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,8	17,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^a The voltage in this column is the highest peak 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.

^a The voltage in this column is the highest peak 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.

Interpolation is allowed.

If the value of the creepage distance is shorter than the value of the clearance, the value of the clearance is required for the creepage.

The peak working voltage includes small peaks, see 26.105. A determination based on r.m.s. values is also required, see 26.104 and Table 105.

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

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 calculate the electric field and insuring 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.

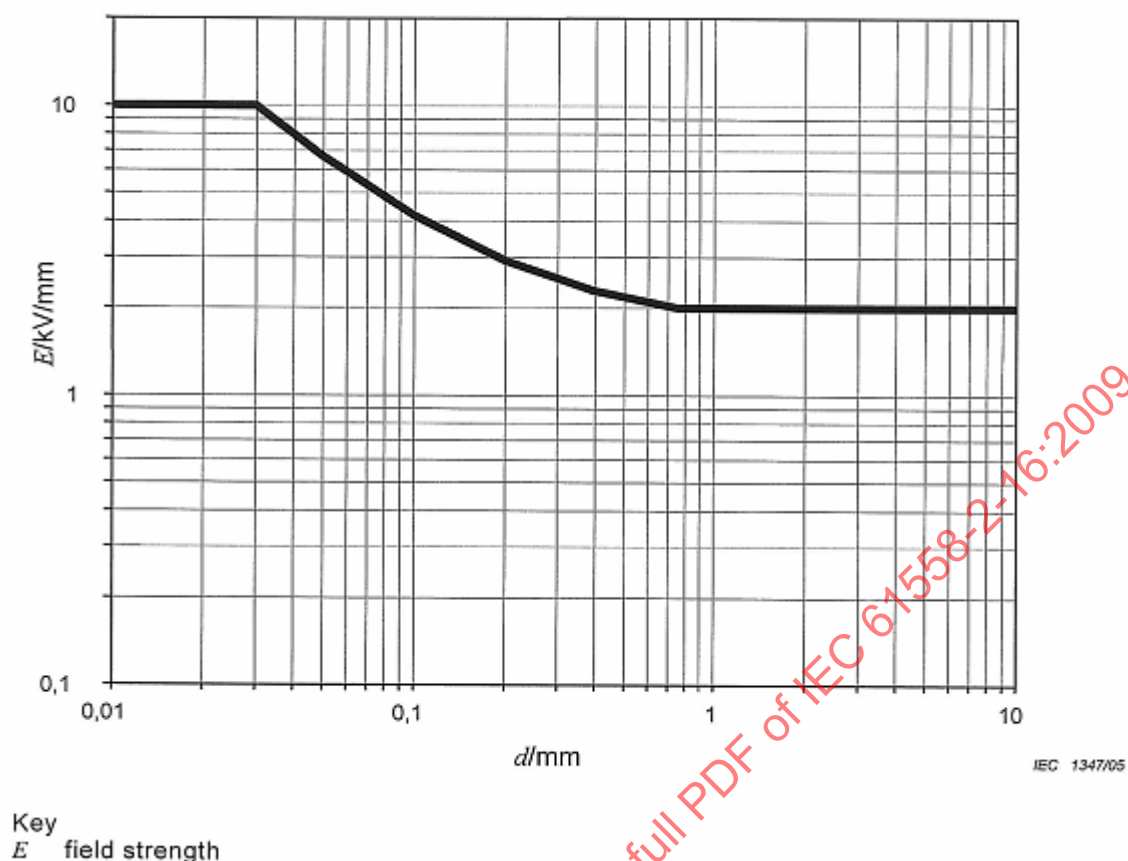
For thin layers of solid insulation of $d_2 \leq 30$ μm , the peak value of the field strength shall be equal or less than the limit 10 kV/mm.

For $d_1 > d > d_2$, the following equation shall be used for calculation of the peak value of the field strength according to the thickness d (see also Figure 103). The calculated field strength E shall be equal or less than the limit given by the following equation.

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

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 ± 20 % from the average value of the field strength.



The use of the field strength for dimensioning of solid insulation requires an approximately uniform field distribution with no voids or air gaps in between. If the field strength cannot be calculated (because the field is not uniform) or if the peak value is higher than given from Equation (1) or Figure 103 respectively or if the presence of voids or air gaps cannot be excluded or for higher frequencies than 10 MHz, a withstand test or a PD-test with high frequency voltage is required. The first applies to short time stresses, the second applies to long time stresses according to 5.3.2.2 of Part 1.

Figure 103 – Permissible field strength for dimensioning of solid insulation according to Equation (1)

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:

Annex AA (informative)

Partial discharge (PD) test

A partial discharge test is under consideration intended to be used for a black box test.

Annex BB (normative)

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

BB.0 Introduction

This annex is only applicable for separate testing of associated transformers for use in switch mode power supplies with internal frequencies > 500 Hz.

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

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

BB.1 Scope

This clause in this part is applicable, except as follows.

Addition:

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

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

having a **rated supply voltage** not exceeding 1 000 V a.c. 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.

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

BB.4 General requirements

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

BB.4.2 Replacement:

*The transformers for **switch mode power supplies** shall comply with the relevant sections of IEC 61558-1 and of this standard, 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 switch mode power supplies 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 **switch mode power supplies** 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 - 8.2 - 8.11 - 14.2 - 14.3 - 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, C, D, 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 a.c.. for **separating transformers**. For a.c. the preferred values for the **rated output voltage** are: 72 V, 120 V, 230 V, 400 V, 440 V and 660 V;
- 500 V a.c.. for isolating transformers. For a.c. the preferred values for the **rated output voltage** are: 72 V, 120 V, 230 V, 400 V and 440 V;
- 50 V a.c. for **safety isolating transformers**, for a.c. 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, isolating, and safety isolating transformers used in switch mode power supplies 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 a.c.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61558-2-16:2009

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	38
1 Domaine d'application	40
2 Références normatives	42
3 Termes et définitions	43
4 Exigences générales	43
5 Généralités sur les essais	44
6 Caractéristiques assignées	44
7 Classification	44
8 Marquage et indications	44
9 Protection contre les chocs électriques	46
10 Changement de la tension primaire d'alimentation	46
11 Tension secondaire et courant secondaire en charge	46
12 Tension secondaire à vide	46
13 Tension de court-circuit	47
14 Echauffements	47
15 Protection contre les courts-circuits et les surcharges	48
16 Résistance mécanique	48
17 Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de poussière, d'objets solides et de l'humidité	48
18 Résistance d'isolement, rigidité diélectrique et courant de fuite	48
19 Construction	49
20 Composants	53
21 Conducteurs internes	53
22 Raccordement à l'alimentation et câbles souples externes	53
23 Bornes pour conducteurs externes	53
24 Dispositions en vue de la mise à la terre	53
25 Vis et connexions	54
26 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation	54
27 Résistance à la chaleur, au feu et aux courants de cheminement	67
28 Protection contre la rouille	67
Annexes	68
Annexe AA (informative) Essai de Décharge Partielle (PD-test)	68
Annexe BB (normative) Exigences particulières pour les transformateurs associés destinés aux alimentations à découpage avec des fréquences internes > 500 Hz	68
Figure 101 – Schéma pour le dimensionnement des distances d'isolement	55
Figure 102 – Schéma de dimensionnement des lignes de fuite	59
Figure 103 – Intensité de champ admissible pour le dimensionnement de l'isolation solide d'après l'Equation (1)	67
Tableau 101 – Rapport des tensions secondaires	47

Tableau 102 – Valeurs des distances d'isolement pour les fréquences > 30 kHz avec des conditions de champs approximativement homogènes d'après le 4.3 de la CEI 60664-4,	56
Tableau 103 – Valeurs de distances d'isolement pour surtensions transitoires ou tensions crêtes récurrentes produites dans le circuit primaire des SMPS pour des fréquences ≤ 30 kHz	57
Tableau 104 – Valeurs minimales des distances d'isolement dans l'air pour des conditions de champ non homogène pour fréquence > 30 kHz	57
Tableau 105 – Isolation principale ou supplémentaire – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes gammes de fréquence (degré de pollution 1)	60
Tableau 106 – Isolation principale ou supplémentaire – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes gammes de fréquence (degré de pollution 2)	61
Tableau 107 – Isolation principale ou supplémentaire – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes gammes de fréquence (degré de pollution 3)	62
Tableau 108 – Isolation double ou renforcée – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes gammes de fréquence (degré de pollution 1)	63
Tableau 109 – Isolation double ou renforcée – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes gammes de fréquence (degré de pollution 2)	64
Tableau 110 – Isolation double ou renforcée – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes gammes de fréquence (degré de pollution 3)	65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BOBINES D'INDUCTANCE, BLOCS D'ALIMENTATION ET PRODUITS ANALOGUES POUR DES TENSIONS D'ALIMENTATION JUSQU'À 1 100 V –

Partie 2-16: Règles particulières et essais pour les blocs d'alimentation à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61558-2-16 a été établie par le comité d'études 96 de la CEI: Transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour basse tension jusqu'à 1 100 V.

Cette première édition de la CEI 61558-2-16 annule et remplace la CEI 61558-2-17 (1997). Elle constitue une révision technique.

La présente partie a le statut de publication groupée de sécurité conformément au guide CEI 104 (1997): *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité.*

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
96/330/CDV	96/333/RVC

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

Cette publication a été rédigée conformément aux Directives ISO/CEI, Partie 2.

La présente partie est destinée à être utilisée avec la dernière édition de la CEI 61558-1 et ses amendements. Elle est issue de la seconde édition (2005) de cette norme.

La présente partie complète ou modifie les articles correspondants de la CEI 61558-1, de façon à la transformer en norme CEI: *Règles particulières et essais pour les blocs d'alimentation à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage*.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61558 peut être trouvée sur le site internet de la CEI, sous le titre: *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V*.

Les normes futures 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 d'une prochaine édition.

Lorsqu'un paragraphe particulier de la Partie 1 n'est pas mentionné dans la présente partie, ce paragraphe s'applique dans la mesure du possible. Lorsque la présente partie spécifie «addition», «modification» ou «remplacement» le texte correspondant de la Partie 1 doit être adapté en conséquence.

Dans la présente partie, les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

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

Dans le texte de cette partie, les mots en **gras** sont définis à l'Article 3.

Les paragraphes, notes, figures et tableaux complémentaires à ceux de la Partie 1 sont numérotés à partir de 101; les annexes complémentaires sont appelées AA, BB, etc.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date du résultat de la maintenance indiquée sur le site web de la CEI "<http://webstore.iec.ch>" dans les données spécifiques à cette publication. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

NOTE L'attention des Comités Nationaux est attirée sur le fait que les fabricants d'appareils et les organismes d'essai peuvent avoir besoin d'une période transitoire après la publication d'une nouvelle publication CEI, ou d'une publication amendée ou révisée, pour fabriquer des produits conformes aux nouvelles exigences et pour adapter leurs équipements aux nouveaux essais ou aux essais révisés.

Le comité recommande que le contenu de cette publication soit entériné au niveau national au plus tôt 12 mois après la date de publication.

SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BOBINES D'INDUCTANCE, BLOCS D'ALIMENTATION ET PRODUITS ANALOGUES POUR DES TENSIONS D'ALIMENTATION JUSQU'À 1 100 V –

Partie 2-16: Règles particulières et essais pour les blocs d'alimentation à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage

1 Domaine d'application

Remplacement:

La présente partie de la CEI 61558 traite de la sécurité des **blocs d'alimentation à découpage** et des **transformateurs** pour **blocs d'alimentation à découpage**. Les **transformateurs** incorporant des **circuits électroniques** sont également couverts par la présente norme.

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

La présente partie s'applique:

- a) aux **blocs d'alimentation à découpage** incorporant des **transformateurs de sécurité isolants** délivrant des **TBTS, TBTP ou TBTF** en courant alternatif ou une ou des **tension(s) secondaire(s)** en courant continu ou une combinaison de celles-ci selon la CEI 61140 et la CEI 60364-4-41 pour des produits électroménagers et autres produits de consommation, excepté les produits couverts par la CEI 60065, la série 61347, la CEI 61204-7 et la CEI 60950-1;
- b) aux **blocs d'alimentation à découpage** avec une **tension secondaire** maximale ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 414 V en courant continu lissé pour une utilisation domestique et autres produits de consommation, sauf les produits couverts en a) et les produits couverts par la CEI 60065, la série CEI 61347, la CEI 61204-7 et CEI 60950-1;
- c) la présente norme peut servir pour les **transformateurs** lors de leur utilisation dans les **blocs d'alimentation à découpage** (voir Annexe BB).

La présente partie couvre les exigences de sécurité pour les:

- SMPS d'isolement à enroulements séparés pour usage général correspondant à la Partie 2-1;
- SMPS de séparation des circuits pour usage général correspondant à la Partie 2-4;
- SMPS de sécurité pour usage général correspondant à la Partie 2-6;
- auto-SMPS pour usage général correspondant à la Partie 2-13.

Pour les applications spécifiques des SMPS correspondant aux autres Parties 2 de la série 61558, les exigences nécessaires des Parties 2 correspondantes sont applicables. De plus, les exigences listées dans la présente partie s'appliquent. Lorsque deux exigences sont contradictoires, la plus contraignante a préséance.

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

Les **blocs d'alimentation à découpage** couverts par la présente norme sont à refroidissement par air (naturel ou forcé) **indépendants, associés, fixes, mobiles**, monophasés, ou polyphasés, la **tension primaire assignée** ne dépassant pas 1 100 V en courant alternatif, la

fréquence d'alimentation assignée ne dépassant pas 500 Hz, la **fréquence de fonctionnement interne assignée** dépassant 500 Hz, mais ne dépassant pas 100 MHz, et la **puissance assignée** ne dépassant pas 1 kVA ou 1 kW, incorporant des **transformateurs secs** avec enroulements enrobés ou non-enrobés.

Les **transformateurs associés** pour **blocs d'alimentation à découpage** couverts par l'Annexe BB de la présente norme doivent avoir une **puissance assignée** ne dépassant pas:

- 25 kVA pour les **transformateurs** monophasés;
- 40 kVA pour les **transformateurs** polyphasés.

NOTE 3 Pour les fréquences plus élevées, des exigences supplémentaires peuvent être nécessaires. Cependant, la présente norme peut servir de guide.

La **tension secondaire à vide** ou la **tension secondaire assignée** des **blocs d'alimentation à découpage** ne doit pas dépasser:

- 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé lorsqu'on utilise des **transformateurs d'isolement à enroulements séparés** ou des **autotransformateurs**;
- 500 V en courant alternatif ou 708 V en courant continu lissé lorsqu'on utilise des **transformateurs de séparation des circuits**;
- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé lorsqu'on utilise des **transformateurs de sécurité**.

La **tension secondaire à vide** ou la **tension secondaire assignée** des **blocs d'alimentation à découpage indépendants** ne doit pas être inférieure à:

- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé lorsqu'on utilise des **transformateurs d'isolement à enroulements séparés** ou des **autotransformateurs**.

La présente norme est également applicable aux **blocs d'alimentation à découpage**, convertisseurs et onduleurs sans limitation de la **puissance assignée**. Cependant, de tels **blocs d'alimentation à découpage** sont conçus pour des applications spéciales et font l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

NOTE 4 Dans le contexte de cette norme, les convertisseurs et onduleurs sont considérés comme des **blocs d'alimentation à découpage**.

La présente norme peut aussi être utilisée comme guide pour les produits non couverts par le domaine d'application de la présente norme, le domaine d'application de la CEI 61204-7 ou le domaine d'application de la série CEI 61347.

La présente norme ne s'applique pas:

- aux ensembles moteur-générateur;
- aux alimentations ininterrompibles (UPS) suivant la CEI 62040;
- aux **blocs d'alimentation à découpage** couverts par la CEI 61204-7 (par exemple, les dispositifs d'alimentation basse tension, sortie courant continu, caractéristiques de performance) et appareil de distribution et de puissance à courant continu et les **blocs d'alimentation à découpage** pour les applications couvertes par la CEI 60950-1, CEI 61010-1, CEI 60601-1 et CEI 60065;
- appareillage de lampe couvert par la CEI 61347-1;
- aux circuits externes et leurs composants destinés à être connectés aux bornes d'entrée et aux bornes de sortie des **transformateurs**.

NOTE 5 La CEI 61204-7 sera mise à jour par le SC 22E.

NOTE 6 L'attention est attirée sur le fait que:

- pour les **transformateurs** destinés à être utilisés dans des véhicules, à bord de navires et d'avions, des exigences supplémentaires (provenant d'autres normes applicables, de règles nationales, etc) peuvent être nécessaires;
- il convient également de prendre des mesures pour 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, le givre;
- Il convient également de prendre en considération les différentes conditions de transport, de stockage et de fonctionnement des **transformateurs**;
- des exigences supplémentaires en conformité avec les autres normes appropriées et règles nationales peuvent être appliquées aux **transformateurs** destinés à être utilisés dans un environnement particulier, tel qu'un environnement tropical.

NOTE 7 Une augmentation de la limite supérieure des fréquences peut s'avérer nécessaire pour des besoins de développement technique futur des **transformateurs**, la présente partie peut alors être utilisée comme un guide.

A moins qu'il en soit spécifié autrement dans la suite de ce document, le terme **SMPS** couvre les **blocs d'alimentation à découpage**.

2 Références normatives

L'article de la Partie 1 est applicable à l'exception de ce qui suit:

Addition:

CEI 60227 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V*

CEI 60364-4-41, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60601-1, *Appareils électromédicaux – Partie 1: Exigences générales pour la sécurité de base et les performances essentielles*

CEI 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*

CEI 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 61204-7:2006, *Alimentations basse tension, sortie continue – Partie 7: Exigences de sécurité*

CEI 61347 (toutes les parties), *Appareillages de lampes*

CEI 61558-1:2005, *Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues – Partie 1: Exigences générales et essais*

CEI 61558-2-1, *Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues – Partie 2-1: Règles particulières et essais pour transformateurs d'isolement à enroulements séparés et alimentations incorporant des transformateurs d'isolement à enroulements séparés pour applications d'ordre général*

CEI 61558-2-4, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-4: Règles*

particulières et essais pour les transformateurs de séparation des circuits et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de séparation des circuits

CEI 61558-2-6, Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité

CEI 61558-2-13, Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-13: Règles particulières et essais pour les autotransformateurs et les blocs d'alimentation incorporant des autotransformateurs

CEI 62040 (toutes les parties), *Alimentations sans interruptions (ASI)*

3 Termes et définitions

L'article de la Partie 1 est applicable à l'exception de ce qui suit:

Addition:

Le terme **transformateur** dans la Partie 1 désigne également un **SMPS** tel que défini dans la présente partie.

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

Dans la présente norme, on utilise les termes applicables réels.

Remplacement

3.3.8

tension locale

valeur efficace la plus élevée d'une tension alternative ou continue qui peut se produire (localement) à travers n'importe quel système d'isolation à la **tension assignée d'alimentation**, l'angle de phase et les surtensions transitoires n'étant pas pris en compte, sans charge ou dans les conditions normales de fonctionnement. La **tension locale** entre tout point du circuit fourni par le réseau électrique et les autres parties isolées doit être:

- la tension primaire assignée, ou
- la tension locale mesurée

en prenant la plus élevée

NOTE 1 Lorsque l'on considère un système d'isolation entre enroulements non destinés à être connectés ensemble, la **tension locale** est considérée comme étant la tension la plus élevée apparaissant sur n'importe lequel de ces enroulements.

NOTE 2 Sur les systèmes triphasés, la **tension locale** peut être différente de la tension nominale.

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 à l'exception de ce qui suit:

Addition:

6.101 La **tension secondaire assignée** ne doit pas être supérieure à:

- 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé pour les **SMPS** incorporant 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** incorporant des **transformateurs de séparation des circuits**;
- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé pour les **SMPS** incorporant des **transformateurs de sécurité**.

Pour les **SMPS indépendants** incorporant des **transformateurs d'isolement à enroulements séparés** ou des **autotransformateurs**, la **tension secondaire assignée** doit être supérieure à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé et ne doit pas être supérieure à 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé.

6.102 La **puissance assignée** du **SMPS** ne doit pas être supérieure à 1 kVA ou 1 kW.

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 être supérieure à 1 100 V en courant alternatif.

La conformité aux exigences de 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 à l'exception de ce qui suit:

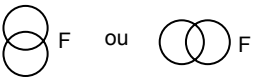
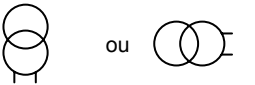
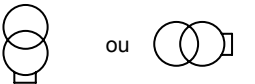
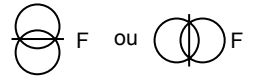
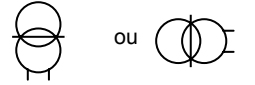
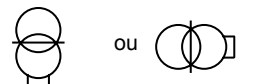
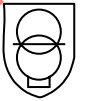
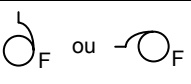
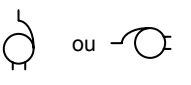
8.1 h) *Remplacement:*

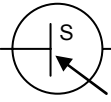
les symboles graphiques correspondants montrés en 8.11 indiquant le type de **transformateurs** en plus du symbole pour les **SMPS**; si un **transformateur** ayant un indice IP00 ou un **transformateur associé** a plusieurs circuits conformes à différentes parties 2 dans la même construction (par exemple, un **circuit secondaire TBTS** conforme à la Partie 2-6 et le **circuit secondaire** 230 V conforme à la Partie 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:

Les symboles suivants doivent être utilisés pour indiquer le type de **transformateur(s)** qui est(sont) incorporé(s).

Symbole ou symbole graphique	Explication ou titre	Identification
	SMPS incorporant un transformateur d'isolement à enroulements séparés non dangereux en cas de défaillance	
	SMPS incorporant un transformateur d'isolement à enroulements séparés non résistant aux courts-circuits	IEC 60417-5223 (2002-10)
	SMPS incorporant un transformateur d'isolement à enroulements séparés résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	IEC 60417-5220 (2002-10)
	SMPS incorporant un transformateur de séparation des circuits non dangereux en cas de défaillance	
	SMPS incorporant un transformateur de séparation des circuits non résistant aux courts-circuits	
	SMPS incorporant un transformateur de séparation des circuits résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	
	SMPS incorporant un transformateur de sécurité non dangereux en cas de défaillance	
	SMPS incorporant un transformateur de sécurité non résistant aux courts-circuits	
	SMPS incorporant un transformateur de sécurité résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	
	SMPS incorporant un autotransformateur non dangereux en cas de défaillance	
	SMPS incorporant un autotransformateur non résistant aux courts-circuits	

 ou 	SMPS incorporant un autotransformateur résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	
	SMPS (blocs d'alimentation à découpage)	

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 à l'exception de ce qui suit:

Addition:

10.101 Une large plage (par exemple 100 V à 240 V en courant alternatif) de **tension d'alimentation** est permise 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** alimentant 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 à l'exception de ce qui suit:

Addition:

La **tension secondaire à vide** est mesurée lorsque le **SMPS** est raccordé à la **tension primaire assignée** à la **fréquence d'alimentation 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** incorporant 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** incorporant des **transformateurs de séparation des circuits**;
- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé pour les **SMPS** incorporant des **transformateurs de sécurité**.

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

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

*La différence entre la **tension secondaire à vide** mesurée dans le présent article et la **tension secondaire en charge** mesurée pendant l'essai de l'Article 11, exprimée en pourcentage de cette dernière tension, ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 101.*

NOTE 1 Le rapport est défini ainsi:
$$\frac{U_{\text{à vide}} - U_{\text{en charge}}}{U_{\text{en charge}}} \times 100 \%$$

où $U_{\text{à vide}}$ est la tension secondaire à vide et $U_{\text{en charge}}$ est la tension secondaire en charge.

Tableau 101 – Rapport des tensions secondaires

Type de transformateur Puissance assignée VA	Rapport entre la tension secondaire à vide et la tension secondaire en charge %
Jusqu'à et incluant 63	20
Supérieur à 63 jusqu'à 250 inclus	15
Supérieur à 250 jusqu'à 630 inclus	10
Supérieur à 630	5

La conformité aux exigences de 12.101 et 12.102 est vérifiée en mesurant la **tension secondaire à vide à température ambiante**, le **SMPS** étant raccordé à la **tension primaire assignée à la fréquence d'alimentation assignée**.

La différence ne doit pas dépasser les valeurs du Tableau 101.

NOTE 2 Les valeurs du Tableau 101 sont basées sur les valeurs de la Partie 2-4 et sont également applicables aux **SMPS** selon les Parties 2-1, 2-6 et 2-13.

12.103 Sauf avis contraire du fabricant, le **SMPS** avec une valeur de fréquence élevée au secondaire doit être soumis à un essai avec 20 cm à 200 cm de longueur de fil connecté aux **bornes secondaires** dans les conditions les plus défavorables. Deux fils torsadés ou câbles de calibre 60227 CEI 53 peuvent être utilisés. La section nominale des conducteurs doit être déterminée d'après la **puissance assignée** du **SMPS**, et la densité du courant ne doit pas être supérieure à 5 A/mm² en fonctionnement normal.

13 Tension de court-circuit

L'article de la Partie 1 est applicable.

14 Echauffements

L'article de la Partie 1 est applicable à l'exception de ce qui suit:

Addition:

14.101 Pour les **SMPS** incorporant des **transformateurs** ayant des fréquences internes supérieures à 1 kHz, 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 1 dans la Partie 1 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.

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

15 Protection contre les courts-circuits et les surcharges

L'article de la Partie 1 est applicable à l'exception de ce qui suit:

Addition:

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

La conformité est vérifiée par l'évaluation des conditions de défaut spécifiées en 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 à l'exception de ce qui suit:

18.3 *Addition d'une nouvelle case 5 pour le Tableau 8a:*

Tableau 8a – Tableau des tensions d'essai de rigidité diélectrique

Points d'application de la tension d'essai de rigidité diélectrique	Tension locale V				
	<50	150	300	600	1 000
5) A travers l'isolation fonctionnelle pour les enroulements destinés à être raccordés en série ou en parallèle	Tension locale + 500 V				

18.4 ne s'applique pas.

Addition:

Le terme **transformateur** doit être remplacé par **SMPS** quand cela est applicable.

18.101 Le **SMPS** doit réaliser l'essai d'impulsion conformément au Tableau F.5 de la CEI 60664-1 avec 1,2/50 µs comme suit:

Après l'essai décrit en 18.3, le **SMPS** doit être connecté au matériel d'essai d'impulsion. L'essai d'impulsion doit être effectué avec 10 impulsions de chaque polarité entre les bornes primaires et les bornes secondaires du **SPMS**. L'intervalle entre les impulsions doit être au moins de 1 s si les impulsions sont produites à l'intérieur du **SMPS**.

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

19 Construction

L'article de la Partie 1 est applicable à l'exception de ce qui suit:

19.1 Remplacement:

19.1.1 SMPS incorporant des auto-transformateurs

19.1.1.1 Les **autotransformateurs** raccordés par des fiches ayant une **tension primaire assignée** supérieure à la **tension secondaire assignée** ne doivent avoir aucun potentiel par rapport à la terre au niveau des bornes du secondaire qui soit supérieur à la **tension secondaire assignée**.

Cette exigence doit être remplie en utilisant l'une des méthodes suivantes:

19.1.1.2 Système de fiche et prise de courant polarisé au primaire et au secondaire

Dans ce cas, une instruction doit être donnée pour ne pas utiliser un tel transformateur avec un système de fiche et de prise de courant non polarisé.

19.1.1.3 Dispositif de détection de polarité (pour système de fiche et prise de courant polarisé au primaire et au secondaire)

Un dispositif de détection de polarité doit autoriser l'énergie au secondaire seulement lorsque le potentiel à chacun des pôles de la prise de courant secondaire par rapport à la terre n'excède pas la **tension secondaire assignée**. La séparation des contacts du dispositif de coupure doit être au minimum de 3 mm à chacun des pôles.

NOTE Un relais magnétique est un exemple de dispositif de détection de polarité.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant:

*L'autotransformateur est raccordé au réseau à 1,06 fois la **tension primaire assignée** dans les conditions de charge et de tension secondaire les plus défavorables. L'essai est répété avec la polarité inversée au circuit primaire. Pendant l'essai, le potentiel par rapport à la terre mesuré à chacun des pôles ne doit pas être supérieur à la **tension secondaire maximale en charge** (1,06 fois la **tension secondaire assignée** en prenant en compte les déviations permises dans l'Article 11).*

La conformité est vérifiée par des mesures.

Si le dispositif de détection de polarité utilise un courant circulant vers le conducteur de terre pour la détection, ce courant ne doit pas être supérieur à 0,75 mA et doit circuler uniquement pendant la période de mesure jusqu'à ce que la polarité soit inversée.

La conformité est vérifiée par des mesures.

Tous les essais sont répétés dans les conditions de défaut selon H.2.3 de l'Annexe H de la Partie 1. Dans ce cas, le potentiel par rapport à la terre à chacun des pôles ne doit pas être supérieur à 1,06 fois la tension secondaire maximale en charge pendant plus de 5 s.

La conformité est vérifiée par des mesures.

19.1.2 SMPS incorporant des transformateurs d'isolement à enroulements séparés

19.1.2.1 Les **circuits primaires** et **secondaires** doivent être électriquement séparés les uns des autres et la construction doit être telle qu'il n'y ait aucune possibilité de connexion entre ces circuits soit directement soit indirectement par l'intermédiaire d'autres **parties conductrices**, sauf en cas d'action délibérée.

La conformité est vérifiée par examen et mesurage en prenant en considération les Articles 18 et 26.

19.1.2.2 L'isolation entre le ou les **enroulements primaires** et **secondaires** doit être constituée au moins d'une **isolation principale**.

En outre, ce qui suit s'applique:

- pour les **SMPS de classe I**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse** et entre les **enroulements secondaires** et la **masse** doit être au moins constituée d'une **isolation principale** (dimensionnée pour la **tension locale**);
- pour les **SMPS de classe II**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse**, et entre les **enroulements secondaires** et la **masse** doit être constituée d'une **isolation double** ou **renforcée** (dimensionnée pour la **tension locale**).

19.1.2.3 Pour les **SMPS** ayant des **parties conductrices** intermédiaires (par exemple, le noyau métallique) ou un circuit résonant, non connecté à la **masse** et situé entre les **enroulements primaires** et **secondaires**, l'isolation entre les **parties conductrices** intermédiaires (ou un circuit résonant) et les **enroulements primaires** ou entre les **parties conductrices** intermédiaires (ou un circuit résonant) et les **enroulements secondaires** doit être constituée au moins d'une **isolation principale**.

NOTE Une **partie conductrice** intermédiaire (ou un circuit résonant), non séparé des **enroulements primaires** ou **secondaires** ou de la **masse** par au moins une **isolation principale**, est considérée être raccordée à la ou aux parties correspondantes.

En outre, les exigences suivantes s'appliquent:

- pour les **SMPS de classe I**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et **secondaires** via les **parties conductrices** intermédiaires (ou un circuit résonant) doit être constituée d'au moins une **isolation principale** (dimensionnée pour la **tension locale**);
- pour les **SMPS de classe II**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse** et entre les **enroulements secondaires** et la **masse** via les parties conductrices intermédiaires (ou un circuit résonant) doit être constituée d'une **double isolation** ou d'une **isolation renforcée** (dimensionnée pour la **tension primaire** et **secondaire**).

19.1.2.4 Des parties des **circuits secondaires** peuvent être raccordées à la terre de protection.

19.1.2.5 Il ne doit pas y avoir de connexion directe entre les **circuits secondaires** et la **masse**, à moins d'être autorisé par la norme d'équipement correspondante – pour les **transformateurs associés** – ou si le 19.8 de la Partie 1 est satisfait. Cependant, les condensateurs d'après le 19.8 sont autorisés.

La vérification est effectuée par examen.

19.1.3 SMPS incorporant des transformateurs de séparation des circuits et des transformateurs de sécurité

19.1.3.1 Les **circuits primaires** et **secondaires** doivent être électriquement séparés les uns des autres et la construction doit être telle qu'il n'y ait aucune possibilité de connexion entre ces circuits soit directement soit indirectement par l'intermédiaire d'autres **parties conductrices**, sauf en cas d'action délibérée.

La conformité est vérifiée par examen et mesurage en prenant en considération les Articles 18, 19 et 26.

19.1.3.2 L'isolation entre le ou les **enroulements primaires** et **secondaires** doit être constituée d'une **isolation double** ou **renforcée** (dimensionnée pour la **tension locale**), à moins que les exigences de 19.1.3.4 ne soient satisfaites.

De plus, ce qui suit s'applique:

- pour les **transformateurs de classe I** non destinés à être raccordés à l'alimentation principale au moyen d'une prise de courant, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse** raccordée à la terre doit être constituée d'au moins une **isolation principale** dimensionnée pour la **tension primaire**. L'isolation entre les **enroulements secondaires** et la **masse** connectée à la terre, doit être constituée d'au moins une **isolation principale** (dimensionnée pour la **tension secondaire**);
- pour les **transformateurs de classe I** destinés à être raccordés à l'alimentation principale au moyen d'une prise de courant, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse** doit être constituée d'au moins une **isolation principale** et l'isolation entre les **enroulements secondaires** et la **masse** doit comprendre au moins une **isolation supplémentaire** (l'**isolation principale** et l'**isolation supplémentaire** étant dimensionnées pour la **tension locale**);
- pour les **transformateurs de classe II**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse** doit être constituée d'une **isolation double** ou **renforcée** (dimensionnée pour la **tension primaire**). L'isolation entre les **enroulements secondaires** et la **masse**, doit être constituée d'une **isolation double** ou **renforcée** (dimensionnée pour la **tension secondaire**).

19.1.3.3 Pour les **transformateurs** avec des **parties conductrices** intermédiaires (par exemple le noyau métallique) non raccordées à la **masse** et situées entre les **enroulements primaires** et **secondaires**, les exigences suivantes sont applicables:

19.1.3.3.1 pour les **transformateurs de classe I et de classe II**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et **secondaires** via les **parties conductrices** intermédiaires doit être constituée d'une **double isolation** ou d'une **isolation renforcée** (dimensionnée pour la **tension locale**).

- pour les **transformateurs de classe II**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse** et entre les **enroulements secondaires** et la **masse** via les **parties conductrices** intermédiaires doit être constituée d'une **double isolation** ou d'une **isolation renforcée** (dimensionnée pour la **tension primaire** et **secondaire**), seule une **isolation principale** est exigée pour les **circuits TBTS**;
- pour les **transformateurs** qui ne sont pas indépendants (IP00), l'isolation entre les **enroulements primaires** et **secondaires** via les **parties conductrices** intermédiaires doit être constituée d'une **double isolation** ou d'une **isolation renforcée** (dimensionnée pour la **tension locale**).

19.1.3.3.2 en alternative aux exigences de 19.1.3.3.1 pour un **transformateur de classe I** non destiné à être raccordé au moyen d'une prise de courant et pour un

transformateur qui n'est pas **indépendant** (IP00), si la construction assure que toutes les plaques stratifiées du noyau métallique sont raccordées à la terre (par exemple par soudure/brasure) et si la fiche de données ou d'instructions indique clairement que la sécurité du **transformateur** dépend du raccordement à la terre et qu'il n'est pas possible de l'utiliser dans du matériel de **classe II**, alors ce qui suit s'applique: l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **partie conductrice** intermédiaire raccordée à la terre, et entre les **enroulements secondaires** et la **partie conductrice** intermédiaire raccordée à la terre, doit être constituée d'au moins une **isolation principale** (dimensionnée pour la **tension primaire** et **secondaire**);

19.1.3.3.3 en plus des exigences mentionnées en 19.1.3.3.1 et 19.1.3.3.2, l'isolation entre les **parties conductrices** intermédiaires et les **enroulements primaires**, et entre les **parties conductrices** intermédiaires et les **enroulements secondaires** doit être constituée d'au moins une **isolation principale** (dimensionnée pour la **tension primaire** et **secondaire**). Une **partie conductrice** intermédiaire non séparée des **enroulements primaires** ou **secondaires** ou de la **masse** par au moins une **isolation principale**, est considérée être raccordée à la ou aux parties correspondantes.

NOTE Une partie métallique intermédiaire qui est séparée de l'un des enroulements par une isolation double ou une isolation renforcée est considérée comme étant connectée à l'autre enroulement.

19.1.3.4 Pour les **transformateurs de classe I**, non destinés à être raccordés à l'alimentation principale au moyen d'une prise de courant, l'isolation entre les **enroulements primaires** et **secondaires** peut être constituée d'une **isolation principale** et d'un **écran de protection** au lieu d'une **isolation double** ou **renforcée** pourvu que les conditions suivantes soient remplies:

- l'isolation entre l'**enroulement primaire** et l'**écran de protection** doit satisfaire aux exigences de l'**isolation principale** (dimensionnée pour la **tension primaire**);
- l'isolation entre l'**enroulement secondaire** et l'**écran de protection** doit satisfaire aux exigences de l'**isolation principale** (dimensionnée pour la **tension secondaire**);
- l'**écran de protection** doit, sauf indication contraire, être constitué d'un film métallique ou d'un écran de fil bobiné s'étendant au moins sur toute la largeur de l'**enroulement primaire** et ne doit comporter aucun espace ni trou.
- lorsque l'écran de protection ne recouvre pas entièrement la largeur de l'**enroulement primaire**, des rubans adhésifs supplémentaires ou similaires doivent être utilisés pour obtenir l'**isolation double** à cet endroit;
- si l'écran de protection est une feuille, les spires doivent être isolées les unes des autres. S'il s'agit d'un seul tour, il doit y avoir un recouvrement isolé d'au moins 3 mm;
- le fil d'un écran bobiné et le conducteur de raccordement de l'**écran de protection** doivent avoir une section correspondant au moins au **courant assigné** du dispositif de protection contre les surcharges de façon à assurer qu'en cas de rupture dans l'**isolation**, le dispositif de protection contre les surcharges ouvre le circuit avant que le conducteur de raccordement ne soit détruit en cas de rupture du **système d'isolation**;
- le fil de raccordement doit être soudé à l'**écran de protection** ou fixé d'une manière sûre équivalente.

Pour les **transformateurs** à raccorder à l'alimentation au moyen d'une fiche de prise de courant (incorporée ou non), l'alternative constituée d'une **isolation principale** et d'un **écran de protection** n'est pas admise.

NOTE Dans le cadre de ce paragraphe, le terme «enroulement» ne concerne pas les **circuits internes**.

Des exemples de réalisation d'enroulements sont donnés à l'Annexe M de la Partie 1.

Addition:

19.1.3.5 Il ne doit pas y avoir de connexion directe entre les **circuits secondaires** et la terre de protection, à moins d'être autorisé par la norme d'équipement correspondante, pour les **transformateurs associés** ou si le 19.8 de la Partie 1 est satisfait.

19.1.3.6 Il ne doit pas y avoir de connexion directe entre les **circuits secondaires** et la **masse** à moins, pour les **transformateurs associés**, d'être autorisé par la norme d'équipement correspondant ou si le 19.8 de la Partie 1 est satisfait.

La vérification est effectuée par examen.

19.1.3.7 Pour les **SMPS incorporant des transformateurs de séparation des circuits** et des **transformateurs de sécurité**, les **bornes primaires** et **secondaires** pour la connexion des conducteurs externes doivent être disposés de sorte que la distance mesurée au point d'introduction des conducteurs dans ces bornes, ne soit pas inférieure à 25 mm. Si on utilise une barrière pour obtenir la distance, la mesure doit être prise au-dessus et autour de la barrière et celle-ci doit être en matériau isolant et fixée de façon permanente au transformateur.

La conformité est vérifiée par examen et par des mesures sans tenir compte des parties conductrices intermédiaires.

Addition:

19.1.3.8 Les **transformateurs mobiles** ayant une **puissance assignée** ne dépassant pas 630 VA doivent être de classe II.

19.1.3.9 Il ne doit pas y avoir de connexion entre les **circuits secondaires** et la **masse** à moins que cela ne soit permis par la norme d'équipement correspondante pour les **transformateurs associés**.

19.1.3.10 Pour les **transformateurs** à raccorder à l'alimentation au moyen d'une fiche de prise de courant (incorporée ou non), l'alternative constituée d'une **isolation principale** et d'un **écran de protection** n'est pas admise.

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 à l'exception de ce qui suit:

Addition:

La conformité est vérifiée par les essais de H.3 de la Partie 1 et par les exigences suivantes.

26.101 Les lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation comme indiqué dans le Tableau 13, Tableau C.1 et Tableau D.1 de la Partie 1 sont généralement applicables.

26.102 Conformément à la CEI 60664-4 (2005), les exigences suivantes sont applicables pour les fréquences supérieures à 30 kHz. Dans la CEI 60664-4, les valeurs pour les **lignes de fuite**, les distances d'isolement et l'**isolation** solide sont exigées jusqu'à la fréquence de 3 MHz. Si des fréquences supérieures à 3 MHz sont utilisées dans cette norme, les essais de l'Article 7 de la CEI 60664-4, Essais à haute fréquence, (essai haute tension à haute fréquence et essai de **décharge partielle** à haute fréquence) sont exigés.

26.103 Distance d'isolement

- a) Deux déterminations des distances d'isolement sont nécessaires pour les fréquences > 30 kHz (voir Figure 101 qui montre le principe):
- détermination basée sur la tension locale crête mesurée d'après le Tableau 104 et pour des conditions de champs approximativement homogènes d'après le Tableau 102.
 - détermination basée sur la tension locale efficace mesurée d'après les Tableaux 13, C.1 et D.1 de la CEI 61558-1, .

La distance d'isolement minimale est la plus grande des deux valeurs.

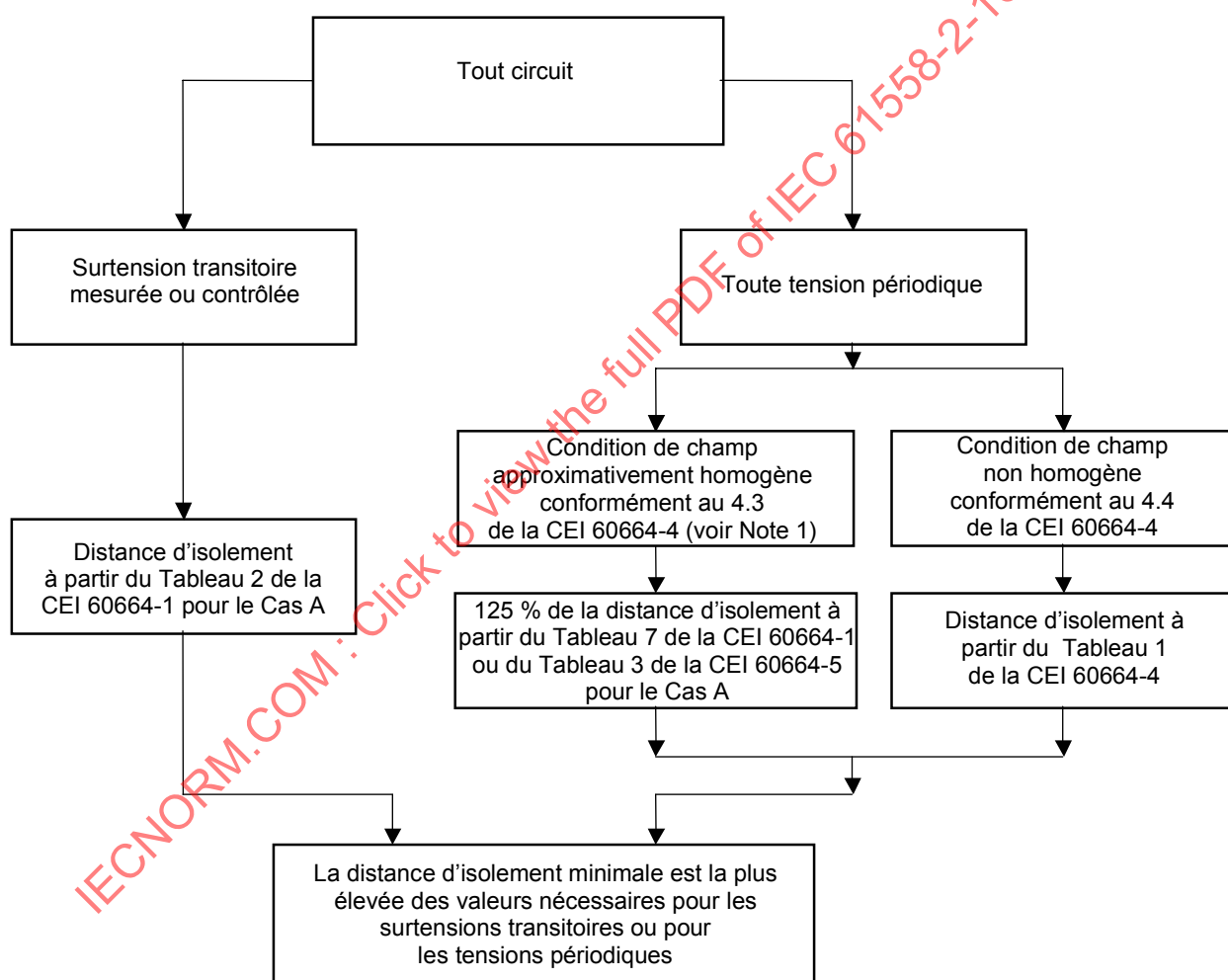
- b) Deux déterminations des distances d'isolement sont nécessaires pour les fréquences $\leq$ 30 kHz (voir Figure 101 qui montre le principe):
- détermination basée sur la tension locale crête mesurée avec des tensions crêtes récurrentes, d'après le Tableau 103.
 - détermination basée sur la tension locale efficace mesurée d'après les Tableaux 13, C.1 et D.1 de la CEI 61558-1, .

La distance d'isolement minimale est la plus grande des deux valeurs.

Schéma de dimensionnement

Les schémas suivants montrent les relations entre les facteurs qui influencent le dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite pour la coordination de l'isolement. Les schémas mettent en valeur les facteurs essentiels et ne sont pas destinés à remplacer la lecture complète des paragraphes correspondants. En particulier, ils ne prennent pas en compte la situation de champ homogène (valeurs du cas B), un dimensionnement plus précis des distances d'isolement pour des fréquences 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. C'est pourquoi, lorsqu'une distance d'isolement et une ligne de fuite coïncident sur la même surface isolante, on doit utiliser celle qui est la plus importante, soit la distance d'isolement, soit la ligne de fuite.



IEC 60664-4

NOTE 1 Pour les fréquences dépassant 30 kHz, un champ approximativement homogène est considéré exister lorsque le rayon de courbure des parties conductrices est supérieur ou égal à 20 % de la distance d'isolement. Le rayon de courbure nécessaire ne peut être spécifié qu'à la fin de la procédure de dimensionnement.

NOTE 2 Ce schéma de dimensionnement est copié de l'Annexe F de la CEI 60664-4.

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

Tableau 102 – Valeurs des distances d'isolement pour les fréquences > 30 kHz avec des conditions de champs approximativement homogènes d'après le 4.3 de la CEI 60664-4,

Tension locale (valeur crête)	Distances d'isolement pour champ approximativement homogène	
	Isolation principale	Isolation double ou renforcée
V	mm	mm
330	0,02	0,03
400	0,04	0,06
500	0,07	0,11
600	0,1	0,16
800	0,15	0,33
1 000	0,2	0,45
1 200	0,3	0,57
1 500	0,43	0,8
2 000	0,6	1,2
2 500	0,86	1,5
3 000	1,1	2,0
4 000	1,5	3,0
5 000	2,1	3,5
6 000	3,1	4,5
8 000	3,5	6,0
NOTE Les valeurs du Tableau 102 sont basées sur le Tableau 7a de la CEI 60664-1 (125% de la tension crête dans le Tableau 7a). Les valeurs de l'isolation double ou renforcée sont calculées d'après la CEI 60664-1 avec un facteur de 1,6 fois la tension de tenue crête.		

Si la valeur de la distance d'isolement du Tableau 102 est inférieure à la valeur exigée dans le Tableau 13 de la CEI 61558-1 (Tableau F.2 de la CEI 60664-1), alors la valeur de la CEI 61558-1 est exigée.

Un champ approximativement homogène est considéré exister lorsque le rayon de courbure de la partie conductrice est égale ou supérieure à 20 % de la distance d'isolement.

Tableau 103 – Valeurs de distances d'isolement pour surtensions transitoires ou tensions crêtes récurrentes produites dans le circuit primaire des SMPS pour des fréquences ≤ 30 kHz

Tension (valeur crête)	Distances d'isolement pour le champ non homogène	
	Isolation principale	Isolation double ou renforcée
V	mm	mm
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
NOTE Les valeurs du Tableau 103 sont basées sur le Tableau 7a de la CEI 60664-1. Les valeurs de l'isolation double ou renforcée sont calculées d'après la CEI 60664-1 avec le facteur de 1,6 de tension (tension de tenue crête).		

Si la valeur de la distance d'isolement du Tableau 104 est inférieure à la valeur exigée dans le Tableau 13 de la CEI 61558-1 (Tableau F.2 de la CEI 60664-1), alors la valeur de la CEI 61558-1 est exigée.

Tableau 104 – Valeurs minimales des distances d'isolement dans l'air pour des conditions de champ non homogène pour fréquence > 30 kHz

Tension locale $U_{\text{crête}}$ (kV)	Isolation principale ou supplémentaire Distance d'isolement (mm)	Isolation double ou renforcée Distance d'isolement (mm)
Jusqu'à 0,6	0,06	0,12
0,8	0,18	0,36
1,0	0,5	1,0
1,2	1,4	2,8
1,4	2,35	4,7
1,6	4,0	8,0
1,8	6,7	13,4
2,0	11	22,0
NOTE Les valeurs du Tableau 104 sont issues du Tableau 1 de la CEI 60664-4 (2005), les valeurs de l'isolation double ou renforcée sont égales à deux fois la valeur de l'isolation principale conformément à 109/58/CDV.		