

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION GROUPÉE DE SÉCURITÉ

**Safety of transformers, reactors, power supply units and combination thereof –
Part 2-14: Particular requirements and tests for variable transformers and power
supply units incorporating variable transformers**

**Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des
combinaisons de ces éléments –
Partie 2-14: Exigences particulières et essais pour les transformateurs variables
et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs variables**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 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 Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de 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.

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 61558-2-14

Edition 1.0 2012-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPÉE DE SÉCURITÉ

**Safety of transformers, reactors, power supply units and combination thereof –
Part 2-14: Particular requirements and tests for variable transformers and power
supply units incorporating variable transformers**

**Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des
combinaisons de ces éléments –
Partie 2-14: Exigences particulières et essais pour les transformateurs variables
et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs variables**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 29.180

ISBN 978-2-83220-499-3

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	8
3 Terms and definitions	8
4 General requirements	9
5 General notes on tests.....	9
6 Ratings.....	10
7 Classification	10
8 Marking and other information.....	10
9 Protection against electric shock.....	12
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	14
14 Heating.....	15
15 Short circuit and overload protection	15
16 Mechanical strength.....	15
17 Protection against harmful ingress of dust, solid objects and moisture	16
18 Insulation resistance, dielectric strength and leakage current	16
19 Construction	16
20 Components	20
21 Internal wirings	20
22 Supply connection and other external flexible cables or cords.....	20
23 Terminals for external conductors	20
24 Provision for protective earthing	20
25 Screws and connections	21
26 Creepage distances, clearances and distances through insulation	21
27 Resistance to heat, fire and tracking	21
28 Resistance to rusting	21
Annexes.....	22
Bibliography	23
Table 101 – Output voltages difference for auto transformers, separating and safety isolating transformers.....	14
Table 102 – Output voltages difference for isolating transformers	14
Table 103 – Maximum permitted temperatures of the winding	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY OF TRANSFORMERS, REACTORS,
POWER SUPPLY UNITS AND COMBINATION THEREOF –****Part 2-14: Particular requirements and tests for variable transformers
and power supply units incorporating variable transformers**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International standard IEC 61558-2-14 has been prepared by technical committee 96: Transformers, reactors, power supply units and combination thereof.

This first edition cancels and replaces the chapter IV of the IEC 60989 published in 1991. It is a technical revision.

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

- a) update of the existing text;
- b) complete editorial review.

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

FDIS	Report on voting
96/395/FDIS	96/398/RVD

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

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

This part has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104:2010, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*.

This part 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 and its Amendment 1 (2009).

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 variable transformers and power supply units incorporating variable transformers*.

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

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

Where 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 stability 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 COMBINATION THEREOF –

Part 2-14: Particular requirements and tests for variable transformers and power supply units incorporating variable transformers

1 Scope

Replacement:

This part of IEC 61558 deals with safety of **variable transformers** for general applications and **power supply units** incorporating **variable transformers** for general applications.

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

NOTE 1 Safety includes electrical, thermal, mechanical and chemical aspects.

Unless otherwise specified, from here onward, the term **transformer** covers **variable transformers** for general applications and **power supply units** incorporating **variable transformers** for general applications.

The **rated supply voltage** does not exceed 1 000 V a.c., and the **rated supply frequency** does not exceed 500 Hz.

This standard is applicable to **transformers** and **power supply units** (linear) with **internal operational frequencies** not exceeding 500 Hz.

This standard used in combination with Part 2-16 for **switch mode power supply units (SMPS)** is also applicable to power supplies with **internal operational frequencies** higher than 500 Hz. Where the two requirements are in conflict the most severe take precedence

This part does not apply to **transformers** covered by IEC 60076-11.

This part is applicable to **stationary** or **portable**, single-phase or polyphase, air-cooled (natural or forced) **independent** or **associated dry-type transformers**.

- **variable auto-transformers** and **power supply units** incorporating **variable auto-transformers**;
- **variable separating transformers** and **power supply units** incorporating **variable separating transformers**;
- **variable isolating transformers** and **power supply units** incorporating **variable isolating transformers**;
- **variable safety isolating transformers** and **power supply units** incorporating **variable safety isolating transformers**.

The windings may be encapsulated or non-encapsulated.

The **rated output** does not exceed:

- 40 kVA for single-phase **variable auto-transformers** and **power supply units** incorporating single-phase **variable auto-transformers**;

- 200 kVA for poly-phase **variable auto-transformers** and **power supply units** incorporating poly-phase **variable auto-transformers**;
- 1 kVA for single-phase **variable separating transformers** and **power supply units** incorporating single-phase **variable separating transformers**;
- 5 kVA for poly-phase **variable separating transformers** and **power supply units** incorporating poly-phase **variable separating transformers**;
- 25 kVA for single-phase **variable isolating transformers** and **power supply units** incorporating single-phase **variable isolating transformers**;
- 40 kVA for poly-phase **variable isolating transformers** and **power supply units** incorporating poly-phase **variable isolating transformers**;
- 10 kVA for single-phase **variable safety isolating transformers** and **power supply units** incorporating single-phase **variable safety isolating transformers**;
- 16 kVA for poly-phase **variable safety isolating transformers** and **power supply units** incorporating poly-phase **variable safety isolating transformers**.

This part is applicable to **transformers** without limitation of the **rated output** subject to an agreement between the purchaser and the manufacturer.

NOTE 2 **Transformers** intended to supply distribution networks are not included in the scope.

For variable auto-transformers and power supply units incorporating variable auto-transformers:

- the **no-load output voltage** or the **rated output voltage** does not exceed 1 000 V a.c. or 1 415 V ripple free d.c.;
- for **independent auto-transformers** the **rated output voltage** does exceed 50 V a.c or 120 V ripple-free d.c. but not exceed 250 V a.c. .

NOTE 3 Normally, the **variable auto-transformers** and **power supply units** are intended to be associated with the equipment to provide voltages different from the supply voltage for the functional reasons. The protection against electric shock can be provided by other features of the equipment, such as the **body**.

Variable auto-transformers and power supply units incorporating variable auto-transformers intended to be used by technically skilled or trained personnel are considered as **associated transformers** and **associated power supply units** and may have a **rated output voltage** less than 50 V a.c.

For variable separating transformers and power supply units incorporating variable separating transformers:

- the **no-load output voltage** or the **rated output voltage** does not exceed 1 000 V a.c. or 1 415 V ripple free d.c.;
- for **portable separating transformers** the **rated output voltage** does exceed 50 V a.c or 120 V ripple-free d.c.;
- covered by this part may only be used where **double or reinforced insulation** between circuits is not required by the installation rules or by the end product standard.

NOTE 4 Normally, **variable separating transformers** and **power supply units** are intended to be associated with equipment to provide voltages different from the supply voltage for the functional reasons. The protection against electric shock can be provided (or completed) by other features of the equipment, such as the **body**. Parts of **output circuits** can be connected to the protective earth.

NOTE 5 **Variable separating transformers** and **power supply units** incorporating **variable separating transformers** intended to be used by technically skilled or trained personal are considered as **associated transformers** and **associated power supply units** and can have a **rated output voltage** less than 50 V a.c. or 120 V ripple-free d.c.

For variable isolating transformers and power supply units incorporating variable isolating transformers:

- the **no-load output voltage** or the **rated output voltage** does not exceed 500 V a.c. or 708 V ripple free d.c. The **no-load output voltage** and the **rated output voltage** may be up to 1 000 V a.c. or 1 415 V ripple free d.c. for special applications or in accordance with national wiring rules;
- for **independent isolating transformers** the **rated output voltage** does not exceed 250 V a.c.;
- are used where **double** or **reinforced insulation** between circuits is required by the installation rules or by the end product standard.

For variable safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers:

- the **no-load output voltage** or the **rated output voltage** does not exceed 50 V a.c. or 120 V ripple-free d.c.;
- are used where **double** or **reinforced insulation** between circuits is required by the installation rules or by the end product standard.

This part is not applicable to external circuits and their components intended to be connected to the input terminals and output terminals of the **transformers**.

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.) can 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 are also considered;
- the different conditions for transportation, storage, and operation of the **transformers** are also be considered;
- additional requirements in accordance with other appropriate standards and national rules can be applicable to **transformers** intended for use in special environments, such as tropical environment.

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

2 Normative references

This clause of Part 1 is applicable except as follows.

Addition:

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

Amendment 1 (2009)

3 Terms and definitions

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

3.1 Transformers

Addition:

3.1.101

variable transformer

transformer having unlimited numbers of transformation ratios and adjustable by means of a movable **current collector** positioned along a continuous path of locally exposed winding turns

3.1.102**variable auto transformer**

variable transformer in which input and output voltages are derived from a common winding

3.2 General terms

Addition:

3.2.101**current collector**

assembly of moving contact parts which serve to transmit current from a point on the contact path to the tapping point at the bushings or terminals

3.2.102**drive**

mechanical assembly used for moving the **current collector**

3.2.103**fixed winding**

winding or part of the winding with no means for varying the transformation ratio

3.2.104**variable winding**

winding or part of the winding with a contact path used for varying the transformation ratio

3.5 Ratings

Modification:

3.5.5 is not applicable.

Addition:

3.5.101**rated output voltage range**

output voltage range (for poly-phase **transformer** and **power supply units**, the phase-to-phase voltage) at **rated supply voltage**, **rated supply frequency**, **rated output current**, and **rated power factor** assigned to the **transformer** or **power supply unit** by the manufacturer

4 General requirements

This clause of Part 1 is applicable.

If the **current collector** may not stay permanently in the same position it has to be marked on the transformer.

5 General notes on tests

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

5.3 *Addition:* The test of 16.101 shall be conducted before all other tests.

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 **variable auto-** and **separating transformers**;
- 500 V a.c. or 708 V ripple-free d.c. for **variable isolating transformers**; the **rated output voltage** may exceed these limits in order to be in accordance with the national wiring rules, however, it shall not exceed 1 000 V a.c. or 1 415 V ripple free d.c.;
- 250 V a.c. for **portable auto-transformers**, **portable separating transformers** and **independent isolating transformers**;
- 50 V a.c. or 120 V ripple-free d.c. for **variable safety isolating transformers**.

This standard is also applicable for **variable transformers** of a **rated output voltage** of more than 1 000 V a.c. or 1 415 d.c. Such **transformers**, however, are classified as special **transformers** and are subject to agreement between purchaser and manufacturer. Such special **variable transformers** have no limitation in terms of their **rated output voltage**.

The **rated output voltage** shall exceed:

- 50 V a.c. or 120 V ripple-free d.c. for **variable independent auto-** and **independent separating transformers**.

6.102 The rated output shall not exceed the following,

- 40 kVA for single-phase **variable auto-transformers**;
- 200 kVA for poly-phase **variable auto-transformers**;
- 1 kVA for single-phase **variable separating transformers**;
- 5 kVA for poly-phase **variable separating transformers**;
- 25 kVA for single-phase **variable isolating transformers**;
- 40 kVA for poly-phase **variable isolating transformers**;
- 10 kVA for single-phase **variable safety isolating transformers**;
- 16 kVA for poly-phase **variable safety isolating transformers**.

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

6.103 The **rated supply** and **internal operational frequencies** shall not exceed 500 Hz.

6.104 The **rated supply voltage** shall not exceed 1 000 V a.c.

Compliance with the requirements of 6.101 to 6.104 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 b) Replacement:

rated output voltage range in volts or kilovolts;

For **transformers** incorporating a rectifier, the **rated output voltage range** after the rectifier shall be marked with the arithmetic mean value. If, however, the output voltage is given as an r.m.s. value, this shall be stated.

NOTE An r.m.s. value is distinguished from an arithmetic mean value by the use of r.m.s. in the marking.

8.1 h) Replacement of the first sentence by the following:

Relevant graphical symbols shown in 8.11 indicating the kind of **transformers**;

8.11 Addition:

Symbol or graphical symbol	Explanation or title	Identification IEC 60417
	Fail-safe separating variable transformer	6014-1
	Non-short-circuit proof separating variable transformer	6014-2
	Short-circuit proof separating variable transformer (inherently or non-inherently)	6014-3
	Fail-safe isolating variable transformer	6015-1
	Non-short-circuit proof isolating variable transformer	6015-2
	Short-circuit proof isolating variable transformer (inherently or non-inherently)	6015-3
	Fail-safe safety isolating variable transformer	6016-1
	Non-short-circuit proof safety isolating variable transformer	6016-2
	Short-circuit proof safety isolating variable transformer (inherently or non-inherently)	6016-3
	Fail-safe variable auto-transformer	6018-1
	Non-short-circuit proof variable auto-transformer	6018-2
	Short-circuit proof variable auto-transformer (inherently or non-inherently)	6018-3

Addition:

8.101 An instruction sheet showing the method of operation, use and maintenance shall be supplied with each **transformer** (e.g. in case of variable associated **auto-** or **separating transformers**, intended to be used only by technically skilled or trained personal).

If the **variable transformer** is not **short-circuit proof**, the information shall be given in the instruction sheet for use.

The overload protection and short-circuit protective devices in the primary circuit of **variable transformer** cannot provide adequate overload protection in the secondary circuit. It is, therefore, always necessary to provide secondary circuit protection.

8.102 The **short-circuit voltage** at a certain position of the **current collector** shall be marked, when it is subject to an agreement between purchaser and manufacturer.

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.

11 Output voltage and output current under load

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

Addition:

11.101 When the **transformer** is connected to the **rated supply voltage**, at the **rated supply frequency**, and loaded with the **rated output current**, at the **rated power factor**, the maximum output voltage shall not differ from the rated value by more than 10 % at the highest output voltage.

The output voltage is measured when the **transformer** is connected to the **rated supply voltage**, at the **rated supply frequency**, and loaded with the **rated output current**, at the **rated power factor** and with the **current collector** in a position which will produce the highest voltage drop in steady state condition. In case of **variable auto-transformer**, the measurement is made with the **current collector** in the middle of the **input winding**.

The **current collector** should be placed in the most unfavourable position when tapings or elevated voltage are included in the construction.

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 **transformer** 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 **auto-** and **separating transformers**;
- 500 V a.c. or 708 V ripple-free d.c for **isolating transformers**. The **no-load output voltage** and the **rated output voltage** may be up to 1 000 V a.c. or 1 415 V ripple free d.c. for special applications;

NOTE The **no-load output voltage** and the **rated output voltage** can be up to 1 000 V a.c. or 1 415 V ripple free d.c. in accordance with national wiring rules.

- 50 V a.c. or 120 V ripple-free d.c for **safety isolating transformers**.

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

The **no-load output voltage** shall exceed:

- 50 V a.c. for **variable independent auto-** and **variable independent separating transformers** or 120 V ripple-free d.c.;
- **variable independent auto-** and **variable independent separating transformers** and power supply units intended to be used by technically skilled or trained personnel are considered as associated transformers and associated power supply units and may have a rated output voltage less than 50 V a.c.

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

The difference is expressed as a percentage of the latter voltage calculated according to the following formula:

$$\frac{U_{\text{no-load}} - U_{\text{load}}}{U_{\text{load}}} \times 100 \%$$

where

$U_{\text{no-load}}$ is the **no-load output voltage**, and

U_{load} is the output voltage under load,

It is measured when the **current collector** is placed in the most unfavourable position.

Table 101 – Output voltages difference for auto transformers, separating and safety isolating transformers

Type of transformer Rated output VA	Ratio between no-load output voltage and output voltage under load %
Inherently short-circuit proof transformers:	
-up to and including 63	100
-over 63 up to and including 630	50
-over 630	20
Other transformers:	
-up to and including 10	100
-over 10 up to and including 25	50
-over 25 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

As for **transformer** types of a **rated output** power of more than 630 VA, the given ratio of non-load output voltage to on-load output voltage can exceed 5 %. Such **transformers**, however, are classified as special **transformers** and are subject to agreement between purchaser and manufacturer.

It is measured when the **current collector** stays in the maximum end position.

Table 102 – Output voltages difference for isolating transformers

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 shall be checked by measuring the **no-load output voltage** at ambient temperature when the **transformer**, is connected to the **rated supply voltage** at the **rated supply frequency** with the **current collector** in the same position as that used in the measurement of 11.101.*

The difference shall not exceed the values shown in Table 101 and 102.

13 Short-circuit voltage

This clause of Part 1 is not applicable.

Replacement:

If there is a **short-circuit voltage** marking corresponding to a certain position of the **current collector**, the measured **short-circuit voltage** shall not deviate from the marked **short-circuit voltage** by more than 20 %.

*Compliance is checked by measuring the **short-circuit voltage**, of the **transformer** at the ambient temperature.*

14 Heating

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

14.1 Modification of the 10th paragraph as follows:

***Transformers** are supplied at the **rated supply voltage** and loaded with an impedance producing the **rated output current**, at the **rated power factor** and with the **current collector** repositioned to produce maximum output voltage (maximum voltage drop) within the range. The value of the output current is measured when steady state is established. Then the supply voltage is increased by 10 % and the output current is adjusted to the same value measured before. The output current is not adjusted for **independent variable transformers**. After this, no change is made in the circuit.*

*In addition, for auto transformers, the test is repeated, except the **current collector** is placed in the middle position of the **input winding**.*

Addition:

14.101 The temperature of the winding at the **winding/current collector** point in its most unfavourable position is measured by the use of thermocouples or other suitable means and shall not exceed the values shown in Table 103.

Table 103 – Maximum permitted temperatures of the winding

Insulation class of winding	A	E	B	F	H
Temperatures °C	105	120	130	155	180

15 Short circuit and overload protection

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

15.4 Non-short-circuit proof transformers

Replacement of the first paragraph as follows:

***Non-short circuit proof transformers** are tested as indicated in 15.3 with the **current collector** placed in the most unfavourable position.*

16 Mechanical strength

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

Additional subclause:

16.101 Test of drive

The **transformer** is loaded with an impedance producing the **rated output current** when the **current collector** is set at the maximum output voltage setting within the range. The **current collector** is moved over the entire length of the winding for 50 000 cycles at a speed of 10 ± 2 cm/s. In case of motor driven current collector the speed shall be the highest speed provided by the motor.

NOTE A cycle is a forward and backward movement.

*After the test, the **variable transformer** (including all parts of the **drive**) shall still meet all requirements specified in this part.*

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.

18.4 Insulation between and within windings

Addition:

During the test of insulation between winding it is allowed to isolate the current collector from the windings.

19 Construction

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

Replacement of 19.1:

19.1 General

NOTE To reflect different **transformer** types, this subclause is separated into the following three parts.

19.1.1 Variable auto-transformers

19.1.2 Variable separating transformers

19.1.3 Variable isolating and safety isolating transformers

19.1.1 Variable 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:

19.1.1.1.1 Polarised 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.

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

A polarity detecting device shall only energize 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 supply at 1,1 times the **rated input voltage** under the most unfavorable 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 (1,1 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 Part 1. In this case the potential to earth of each pole shall not exceed 1,1 times the maximum output voltage under load for more than 5 s.

Compliance is checked by measurement.

19.1.1.2 Protection against direct contact with electrical and moving mechanical parts (contact path and drive) shall be ensured.

Compliance is checked by inspection.

19.1.2 Variable 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** (rated for the **working voltage**).

In addition, the following applies:

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

19.1.2.3 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 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 **working voltage**).

NOTE 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).

In addition, the following applies:

- for **class I transformers**, the insulation between the **input** and **output windings** via the **intermediate conductive parts** shall consist of basic 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 working voltage).

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

19.1.2.3.2 There shall be no connections between the **output winding** and the **body**, unless – for **associated transformers** - allowed by the relevant end product standard.

Compliance is checked by inspection.

19.1.2.4 Protection against direct contact with the **live parts** (contact path and **drive**) shall be ensured.

Compliance is checked by inspection.

19.1.3 Variable isolating 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 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**).

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 insulation between the **input windings** and any **intermediate conductive parts** shall consist of at least **basic insulation**, and the insulation between the **output windings** and any **intermediate conductive parts** shall consist of at least **supplementary insulation** (both basic and **supplementary insulations** rated for the **working voltage**).

NOTE 1 An **intermediate conductive part** not separated from the input or **output windings** or the **body** by at least insulation is considered to be connected to the relevant part(s).

NOTE 2 Basic insulation and supplementary insulation are interchangeable.

In addition, the following applies:

- for **class I transformers**, the insulation between the input and **output windings** via the **intermediate conductive parts** (even if they are connected to earth) 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 **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**).

NOTE 3 In this clause the possibility to consider the **intermediate conductive part** connected to earth and consequently to require **basic insulation** in both circuit (primary and secondary) is not allowed for the following reasons:

- the **intermediate conductive parts** are normally the iron core made by laminated plates insulated each other by oxide. It is not assured that all foils are correctly connected to the earth;
- for **transformer** different from independent it is not assured that in the final applications the iron core will be connected to earth.

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 screening** 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 the requirements for **basic insulation** (rated for the input voltage);
- the insulation between the protective screen and the **output winding** shall comply with the 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 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 device to ensure that if a breakdown of insulation should occur, the overload protective device will open the circuit before the lead-out wire is destroyed;
- the lead-out wire shall be soldered to the protective screen or secured in an equally reliable manner.

NOTE For the purpose of this subclause, the term "windings" 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 **output circuits** and the protective earth, unless this is allowed for **associated transformers** by the relevant equipment standard.

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

Compliance is checked by inspection.

19.1.3.7 The input and output terminals for the connection of external wiring shall be so located that the distance measured between the points of introduction of the conductors into these terminals is not less than 25 mm. If a barrier is used to obtain this 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 part**.*

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

In case of **variable transformer** intended to be used by technically skilled or trained personal, it is allowed to have a class 1 transformer.

19.1.3.9 For **transformers** for connection to the mains by means of a plug of any 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 wirings

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 Provision 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.

27 Resistance to heat, fire and tracking

This clause of Part 1 is applicable.

28 Resistance to rusting

This clause of Part 1 is applicable.

Annexes

The annexes of Part 1 are applicable.

Bibliography

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

Addition:

IEC 60076-11, *Power transformers – Part 11: Dry-type transformers*

IEC 61558-2-16, *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*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	25
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	30
3 Termes et définitions	31
4 Exigences générales	32
5 Généralités sur les essais	32
6 Caractéristiques assignées	32
7 Classification	33
8 Marquage et indications	33
9 Protection contre les chocs électriques	35
10 Changement de la tension primaire d'alimentation	35
11 Tension secondaire et courant secondaire en charge	35
12 Tension secondaire à vide	35
13 Tension de court-circuit	37
14 Echauffements	38
15 Protection contre les courts-circuits et les surcharges	38
16 Résistance mécanique	38
17 Protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de poussière, d'objets solides et de l'humidité	39
18 Résistance d'isolement, rigidité diélectrique et courant de fuite	39
19 Construction	39
20 Composants	43
21 Conducteurs internes	44
22 Raccordement à l'alimentation et câbles souples externes	44
23 Bornes pour conducteurs externes	44
24 Dispositions en vue de la mise à la terre	44
25 Vis et connexions	44
26 Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers l'isolation	44
27 Résistance à la chaleur, au feu et aux courants de cheminement	44
28 Protection contre la rouille	44
Annexes	45
Bibliographie	46
Tableau 101 – Différence entre les tensions secondaires pour les autotransformateurs, les transformateurs à enroulements séparés et les transformateurs de séparation des circuits	37
Tableau 102 – Différence entre les tensions secondaires pour les transformateurs de séparation des circuits	37
Tableau 103 – Températures maximales autorisées de l'enroulement	38

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BOBINES D'INDUCTANCE,
BLOCS D'ALIMENTATION ET DES COMBINAISONS DE CES ÉLÉMENTS –****Partie 2-14: Exigences particulières et essais pour
les transformateurs variables et les blocs d'alimentation
incorporant des transformateurs variables**

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61558-2-14 a été établie par le comité d'études 96 de la CEI: Transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et combinaisons de ces éléments.

Cette première édition annule et remplace le chapitre IV de la CEI 60989 parue en 1991. Elle constitue une révision technique.

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

- a) mise à jour du texte existant;
- b) revue éditoriale complète.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
96/395/FDIS	96/398/RVD

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

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

La présente partie a le statut de publication groupée de sécurité conformément au guide CEI 104:2010, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications* (disponible en anglais seulement).

La présente partie est destinée à être utilisée conjointement avec la dernière édition de la CEI 61558-1 et ses amendements. Elle est basée sur la deuxième édition (2005) de cette norme et sur son Amendement 1 (2009).

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

La liste de toutes les parties de la série CEI 61558, présentées sous le titre général: *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

Lorsqu'un paragraphe particulier de la Partie 1 n'est pas mentionné dans cette partie, ce paragraphe s'applique dans la mesure du raisonnable. Lorsque la présente partie indique "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 la présente 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 supplémentaires sont intitulées AA, BB, etc.

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

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

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 DES COMBINAISONS DE CES ÉLÉMENTS –

Partie 2-14: Exigences particulières et essais pour les transformateurs variables et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs variables

1 Domaine d'application

Remplacement:

La présente partie de la CEI 61558 traite de la sécurité des **transformateurs variables** pour applications générales et des **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables** pour applications générales.

Les **transformateurs** incorporant des **circuits électroniques** sont également couverts par la présente norme.

NOTE 1 La sécurité comprend des aspects électriques, thermiques, mécaniques et chimiques.

Sauf spécification contraire, dans la suite du document, le terme **transformateur** couvre les **transformateurs variables** pour applications générales et les **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables** pour applications générales.

La **tension primaire assignée** ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif, et la **fréquence primaire assignée** ne dépasse pas 500 Hz.

La présente norme est applicable aux **transformateurs** et **blocs d'alimentation** (linéaires) dont les **fréquences de fonctionnement internes** ne dépassent pas 500 Hz.

Cette norme, utilisée conjointement avec la Partie 2-16 pour les **alimentations à découpage (SMPS)**, est également applicable aux alimentations dont les **fréquences de fonctionnement internes** sont supérieures à 500 Hz. Lorsque les deux exigences sont en contradiction, c'est la plus sévère qui prévaut.

La présente partie ne s'applique pas aux **transformateurs** couverts par la CEI 60076-11.

La présente partie couvre les **transformateurs secs, indépendants ou associés, fixes ou mobiles**, monophasés ou polyphasés, à refroidissement par air (circulation naturelle ou forcée):

- **autotransformateurs variables** et **blocs d'alimentation** incorporant des **autotransformateurs variables**;
- **transformateurs variables à enroulements séparés** et **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables à enroulements séparés**;
- **transformateurs variables de séparation des circuits** et **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables de séparation des circuits**;
- **transformateurs variables de sécurité** et **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables de sécurité**.

Les enroulements peuvent être enrobés ou non enrobés.

La **puissance assignée** ne dépasse pas:

- 40 kVA pour les **autotransformateurs variables** monophasés et les **blocs d'alimentation** incorporant des **autotransformateurs variables** monophasés;
- 200 kVA pour les **autotransformateurs variables** polyphasés et les **blocs d'alimentation** incorporant des **autotransformateurs variables** polyphasés;
- 1 kVA pour les **transformateurs variables à enroulements séparés** monophasés et les **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables à enroulements séparés** monophasés;
- 5 kVA pour les **transformateurs variables à enroulements séparés** polyphasés et les **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables à enroulements séparés** polyphasés;
- 25 kVA pour les **transformateurs variables de séparation des circuits** monophasés et les **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables de séparation des circuits** monophasés;
- 40 kVA pour les **transformateurs variables de séparation des circuits** polyphasés et les **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables de séparation des circuits** polyphasés;
- 10 kVA pour les **transformateurs variables de sécurité** monophasés et les **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables de sécurité** monophasés;
- 16 kVA pour les **transformateurs variables de sécurité** polyphasés et les **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables de sécurité** polyphasés.

La présente partie est applicable aux **transformateurs** sans limite de **puissance assignée** faisant l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur.

NOTE 2 Les **transformateurs** destinés à alimenter des réseaux de distribution ne sont pas inclus dans le domaine d'application.

Pour les autotransformateurs variables et blocs d'alimentation incorporant des autotransformateurs variables:

- la **tension secondaire à vide** ou la **tension secondaire assignée** ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé;
- pour les **autotransformateurs indépendants**, la **tension secondaire assignée** dépasse 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé mais sans excéder 250 V en courant alternatif.

NOTE 3 Normalement, les **autotransformateurs variables** et les **blocs d'alimentation** sont destinés à être associés à un équipement pour lui fournir des tensions différentes de la tension d'alimentation pour des raisons fonctionnelles. La protection contre les chocs électriques peut être obtenue par d'autres particularités de l'équipement, telles que la **masse**.

Les **autotransformateurs variables** et les **blocs d'alimentation** incorporant des **autotransformateurs variables** destinés à être utilisés par un personnel techniquement qualifié ou averti sont considérés comme des **transformateurs associés** et des **blocs d'alimentation associés** et peuvent avoir une **tension secondaire assignée** inférieure à 50 V en courant alternatif.

Pour les transformateurs variables à enroulements séparés et blocs d'alimentation incorporant des transformateurs variables à enroulements séparés:

- la **tension secondaire à vide** ou la **tension secondaire assignée** ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé;
- pour les **transformateurs mobiles à enroulements séparés**, la **tension secondaire assignée** dépasse 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé;

- couverts par la présente partie peuvent être utilisés uniquement si aucune **double isolation** ou **isolation renforcée** entre les circuits n'est exigée par les règles d'installation ou par la norme du produit final.

NOTE 4 Normalement, les **transformateurs variables à enroulements séparés** et les **blocs d'alimentation** sont destinés à être associés à un équipement pour lui fournir des tensions différentes de la tension d'alimentation pour des raisons fonctionnelles. La protection contre les chocs électriques peut être obtenue (ou complétée) par d'autres particularités de l'équipement, telles que la **masse**. Certaines parties des **circuits secondaires** peuvent être raccordées à la terre de protection.

NOTE 5 Les **transformateurs variables à enroulements séparés** et les **blocs d'alimentation** incorporant des **transformateurs variables à enroulements séparés** destinés à être utilisés par un personnel techniquement qualifié ou averti sont considérés comme des **transformateurs associés** et des **blocs d'alimentation associés** et peuvent avoir une **tension secondaire assignée** inférieure à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé.

Pour les transformateurs variables de séparation des circuits et blocs d'alimentation incorporant des transformateurs variables de séparation des circuits:

- la **tension secondaire à vide** ou la **tension secondaire assignée** ne dépasse pas 500 V en courant alternatif ou 708 V en courant continu lissé. La **tension secondaire à vide** et la **tension secondaire assignée** peut atteindre 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé pour des applications particulières ou conformément aux règles nationales d'installation;
- pour les **transformateurs de séparation des circuits indépendants**, la **tension secondaire assignée** ne dépasse pas 250 V en courant alternatif;
- ils sont utilisés lorsqu'une **double isolation** ou une **isolation renforcée** entre les circuits est exigée par les règles d'installation ou par la norme du produit final.

Pour les transformateurs variables de sécurité et blocs d'alimentation incorporant des transformateurs variables de sécurité:

- la **tension secondaire à vide** ou la **tension secondaire assignée** ne dépasse pas 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé;
- ils sont utilisés lorsqu'une **double isolation** ou une **isolation renforcée** entre les circuits est exigée par les règles d'installation ou par la norme du produit final.

La présente partie ne s'applique pas aux circuits externes et à leurs composants destinés à être connectés aux bornes d'entrée et de sortie des **transformateurs**.

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

- pour les **transformateurs** prévus pour être utilisés dans des véhicules ou à bord de navires ou d'avions, des exigences complémentaires (provenant d'autres normes en vigueur, règlements nationaux, etc.) peuvent être nécessaires;
- des mesures sont prises pour protéger les **enveloppes** et les composants qu'elles contiennent contre les influences du milieu extérieur comme la moisissure, la vermine, les termites, le rayonnement solaires, le givre;
- les différentes conditions de transport, stockage, et de fonctionnement des **transformateurs** sont également prises en compte;
- des exigences supplémentaires, conformes à d'autres normes appropriées ou règles nationales, peuvent être applicables aux **transformateurs** destinés à des environnements particuliers, par exemple un environnement tropical.

Il est possible que des évolutions technologiques futures des **transformateurs** nécessitent d'augmenter la limite supérieure des fréquences; en attendant, la présente partie peut être utilisée pour fournir des lignes directrices.

2 Références normatives

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

Addition:

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

Amendement 1 (2009)

3 Termes et définitions

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

3.1 Transformateurs

Addition:

3.1.101

transformateur variable

transformateur possédant un nombre illimité de rapports de transformation en charge, réglable au moyen d'un **collecteur de courant** mobile placé le long d'un chemin continu de spires d'enroulement exposées localement

3.1.102

autotransformateur variable

transformateur variable dans lequel les tensions primaire et secondaire sont dérivées à partir d'un enroulement commun

3.2 Termes généraux

Addition:

3.2.101

collecteur de courant

ensemble de parties de contact mobile utilisé pour transmettre le courant entre un point situé sur le chemin de contact et le point de prise au niveau des traversées ou des bornes

3.2.102

mécanisme de manœuvre

ensemble mécanique utilisé pour déplacer le **collecteur de courant**

3.2.103

enroulement fixe

enroulement ou partie d'enroulement dépourvu de moyens permettant de faire varier le rapport de transformation

3.2.104

enroulement variable

enroulement ou partie d'enroulement doté d'un chemin de contact utilisé pour faire varier le rapport de transformation

3.5 Valeurs assignées

Modification:

3.5.5 n'est pas applicable.

Addition:

3.5.101

plage de tensions secondaires assignées

plage de tensions secondaires (dans le cas de **transformateurs** et de **blocs d'alimentation** polyphasés, la tension entre phases) sous la **tension primaire assignée**, à la **fréquence d'alimentation assignée**, au **courant secondaire assigné**, et sous le **facteur de puissance assigné**, attribuée au **transformateur** ou au **bloc d'alimentation** par le constructeur

4 Exigences générales

L'article de la Partie 1 est applicable.

Si le **collecteur de courant** est susceptible de ne pas conserver sa position de façon permanente, il faut le faire apparaître par marquage sur le transformateur.

5 Généralités sur les essais

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

5.3 *Addition:* L'essai de 16.101 doit être effectué avant tous les autres essais.

6 Caractéristiques assignées

Cet article de la Partie 1 est applicable avec les exceptions suivantes.

Addition:

6.101 La **tension secondaire assignée** ne doit pas dépasser:

- 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé pour les **autotransformateurs et les transformateurs à enroulements séparés variables**;
- 500 V en courant alternatif ou 708 V en courant continu lissé pour les **transformateurs variables de séparation des circuits**; la **tension secondaire assignée** peut dépasser ces limites afin de se conformer aux règles nationales d'installation; cependant, elle ne doit pas excéder 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé;
- 250 V en courant alternatif pour les **autotransformateurs mobiles**, les **transformateurs mobiles à enroulements séparés** et les **transformateurs indépendants de séparation des circuits**;
- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé pour les **transformateurs variables de sécurité**.

La présente norme est également applicable aux **transformateurs variables** ayant une **tension secondaire assignée** supérieure à 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu. Cependant, ces **transformateurs** sont classés en tant que **transformateurs spéciaux** et font l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur. Pour ces **transformateurs variables** spéciaux, aucune valeur limite n'est imposée au niveau de la **tension secondaire assignée**.

La **tension secondaire assignée** doit dépasser:

- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé, pour les **autotransformateurs variables indépendants** et les **transformateurs variables indépendants à enroulements séparés**.

6.102 La **puissance assignée** ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

- 40 kVA pour les **autotransformateurs variables** monophasés;
- 200 kVA pour les **autotransformateurs variables** polyphasés;
- 1 kVA pour les **transformateurs variables à enroulements séparés** monophasés;
- 5 kVA pour les **transformateurs variables à enroulements séparés** polyphasés;
- 25 kVA pour les **transformateurs variables de séparation des circuits** monophasés;
- 40 kVA pour les **transformateurs variables de séparation des circuits** polyphasés;
- 10 kVA pour les **transformateurs variables de sécurité** monophasés;
- 16 kVA pour les **transformateurs variables de sécurité** polyphasés.

Les **transformateurs** sans limite de **puissance assignée** doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur.

6.103 Les **fréquences primaires assignées** et les **fréquences de fonctionnement internes** ne doivent pas dépasser 500 Hz.

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

La vérification de la conformité aux exigences de 6.101 à 6.104 est effectuée 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 b) *Remplacement:*

plage de tensions secondaires assignées en volts ou kilovolts;

Pour les **transformateurs** combinés avec un redresseur, la **plage de tensions secondaires assignées** en aval du redresseur doit être indiquée en valeur moyenne arithmétique. Cependant, si la tension secondaire est donnée en valeur efficace, cela doit être signalé.

NOTE La valeur efficace est distinguée de la valeur moyenne arithmétique en utilisant V_{eff} dans le marquage.

8.1 h) *Remplacement de la première phrase par ce qui suit:*

Les symboles graphiques appropriés, tels que précisés au 8.11, indiquant le type de **transformateurs**;

8.11 Addition:

Symbole ou symbole graphique	Explication ou titre	Identification CEI 60417
	Transformateur variable à enroulements séparés, non dangereux en cas de défaillance	6014-1
	Transformateur variable à enroulements séparés, non résistant aux courts-circuits	6014-2
	Transformateur variable à enroulements séparés, résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	6014-3
	Transformateur variable de séparation des circuits, non dangereux en cas de défaillance	6015-1
	Transformateur variable de séparation des circuits, non résistant aux courts-circuits	6015-2
	Transformateur variable de séparation des circuits, résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	6015-3
	Transformateur variable de sécurité, non dangereux en cas de défaillance	6016-1
	Transformateur variable de sécurité, non résistant aux courts-circuits	6016-2
	Transformateur variable de sécurité, résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	6016-3
	Autotransformateur variable non dangereux en cas de défaillance	6018-1
	Autotransformateur variable non résistant aux courts-circuits	6018-2
	Autotransformateur variable résistant aux courts-circuits (par construction ou par dispositif incorporé)	6018-3

Addition:

8.101 Une feuille d'instructions décrivant la méthode de fonctionnement, l'utilisation et la maintenance doit être fournie avec chaque **transformateur** (par exemple, dans le cas d'**autotransformateurs** ou de **transformateurs à enroulements séparés** variables associés, destinés à être manipulés exclusivement par des personnels techniquement qualifiés ou avertis).

Si le **transformateur variable** n'est pas **résistant aux courts-circuits**, cette information doit figurer dans la feuille d'instructions d'utilisation.

Les dispositifs de protection contre les surcharges et contre les courts-circuits dans le circuit primaire d'un **transformateur variable** ne peuvent pas assurer une protection adéquate contre

les surcharges dans le circuit secondaire. Par conséquent, il est toujours nécessaire de fournir une protection du circuit secondaire.

8.102 La **tension de court-circuit** pour une position déterminée du **collecteur de courant** doit être marquée, si cela fait l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur.

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.

11 Tension secondaire et courant secondaire en charge

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

Addition:

11.101 Lorsque le **transformateur** est alimenté à la **tension primaire assignée**, à la **fréquence assignée**, et chargé avec le **courant secondaire assigné**, sous le **facteur de puissance assigné**, la tension secondaire maximale ne doit pas s'écarter de la valeur assignée de plus de 10 % pour la tension secondaire la plus élevée.

La tension secondaire est mesurée lorsque le **transformateur** est alimenté à la **tension primaire assignée**, à la **fréquence d'alimentation assignée**, et chargé avec le **courant secondaire assigné**, sous le **facteur de puissance assigné**, le **collecteur de courant** étant positionné de façon à produire la plus forte chute de tension à l'état d'équilibre. Dans le cas d'un **autotransformateur variable**, la mesure est réalisée en plaçant le **collecteur de courant** au milieu de l'**enroulement primaire**.

Il convient de placer le **collecteur de courant** dans la position la plus défavorable lorsque des prises ou une tension élevée sont intégrées par construction.

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 **transformateur** est alimenté à la **tension primaire assignée**, à la **fréquence d'alimentation assignée** et 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 **autotransformateurs** et les **transformateurs à enroulements séparés**;
- 500 V en courant alternatif ou 708 V en courant continu lissé pour les **transformateurs de séparation des circuits**. La **tension secondaire à vide** et la **tension secondaire assignée** peuvent atteindre 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé pour des applications particulières;

NOTE La **tension secondaire à vide** et la **tension secondaire assignée** peuvent atteindre 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé conformément aux règles nationales d'installation.

- 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé pour les **transformateurs de sécurité**.

Pour les **transformateurs indépendants**, cette limitation de la **tension secondaire** s'applique même lorsque des **enroulements secondaires**, non destinés aux interconnexions, sont connectés en série.

La **tension secondaire à vide** doit dépasser:

- 50 V en courant alternatif pour les **autotransformateurs variables indépendants** et les **transformateurs à enroulements séparés variables indépendants** ou 120 V en courant continu lissé;
- les **autotransformateurs variables indépendants** et les **transformateurs à enroulements séparés variables indépendants** ainsi que les blocs d'alimentation destinés à être utilisés par un personnel techniquement qualifié ou averti sont considérés comme des transformateurs associés et des blocs d'alimentation associés et peuvent avoir une tension secondaire assignée inférieure à 50 V en courant alternatif.

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

La différence est exprimée en pourcentage de cette dernière tension, calculé selon la formule suivante:

$$\frac{U_{\text{à vide}} - U_{\text{charge}}}{U_{\text{charge}}} \times 100 (\%)$$

où

$U_{\text{à vide}}$ est la **tension secondaire à vide**, et

U_{charge} est la tension secondaire en charge.

Elle est mesurée lorsque le **collecteur de courant** est placé dans la position la plus défavorable.

**Tableau 101 – Différence entre les tensions secondaires
pour les autotransformateurs, les transformateurs à enroulements
séparés et les transformateurs de séparation des circuits**

Type de transformateur Puissance nominale VA	Rapport entre la tension secondaire à vide et la tension secondaire en charge %
Transformateurs résistant aux courts-circuits par construction:	
-jusqu'à 63 inclus	100
-supérieure à 63 jusqu'à 630 inclus	50
-supérieure à 630	20
Autres transformateurs:	
-jusqu'à 10 inclus	100
-supérieure à 10 jusqu'à 25 inclus	50
-supérieure à 25 jusqu'à 63 inclus	20
-supérieure à 63 jusqu'à 250 inclus	15
-supérieure à 250 jusqu'à 630 inclus	10
-supérieure à 630	5

Pour les types de **transformateur** dont la **puissance assignée** est supérieure à 630 VA, le rapport donné entre la tension secondaire à vide et la tension secondaire en charge peut dépasser 5 %. Cependant, ces **transformateurs** sont classés en tant que **transformateurs spéciaux** et font l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur.

Elle est mesurée lorsque le **collecteur de courant** reste dans la position finale maximale.

**Tableau 102 – Différence entre les tensions secondaires
pour les transformateurs de séparation des circuits**

Puissance assignée VA	Rapport entre la tension secondaire à vide et la tension secondaire en charge %
-jusqu'à 63 inclus	20
-supérieure à 63 jusqu'à 250 inclus	15
-supérieure à 250 jusqu'à 630 inclus	10
-supérieure à 630	5

*La conformité aux exigences de 12.101 et 12.102 doit être vérifiée par une mesure de la **tension secondaire à vide** à température ambiante lorsque le **transformateur** est connecté à la **tension primaire assignée**, à la **fréquence d'alimentation assignée**, le **collecteur de courant** étant placé dans la même position que celle utilisée pour la mesure de 11.101.*

La différence ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans les Tableaux 101 et 102.

13 Tension de court-circuit

L'article de la Partie 1 n'est pas applicable.

Remplacement:

S'il existe un marquage de la **tension de court-circuit** correspondant à une position spécifique du **collecteur de courant**, la **tension de court-circuit** mesurée ne doit pas s'écarter de plus de 20 % de la **tension de court-circuit** marquée.

*La vérification de la conformité consiste à mesurer la **tension de court-circuit** du **transformateur** à la température ambiante.*

14 Echauffements

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

14.1 Modification du 10^{ème} alinéa comme suit:

*Les **transformateurs** sont alimentés sous la **tension primaire assignée** et chargés avec une impédance donnant le **courant secondaire assigné**, sous le **facteur de puissance assigné**, le **collecteur de courant** étant repositionné pour produire la tension secondaire maximale (chute de tension maximale) dans cette plage. La valeur du courant secondaire est mesurée lorsque l'état d'équilibre est atteint. La tension d'alimentation est ensuite augmentée de 10 % et le courant secondaire est ajusté à la valeur mesurée précédemment. Le courant secondaire n'est pas ajusté pour les **transformateurs indépendants variables**. Après cette augmentation de la tension, aucune modification n'est apportée au circuit.*

*En outre, pour les autotransformateurs, l'essai est répété, mais en plaçant le **collecteur de courant** au milieu de l'**enroulement primaire**.*

Addition:

14.101 La température de l'enroulement au niveau du point de l'**enroulement**/du **collecteur de courant** dans sa position la plus défavorable est mesurée à l'aide de thermocouples ou d'autres moyens adaptés et ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 103.

Tableau 103 – Températures maximales autorisées de l'enroulement

Classe d'isolation de l'enroulement	A	E	B	F	H
Températures °C	105	120	130	155	180

15 Protection contre les courts-circuits et les surcharges

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

15.4 Transformateurs non résistants aux courts-circuits

Remplacement du premier alinéa comme suit:

*Les **transformateurs non résistants aux courts-circuits** sont soumis aux essais, comme indiqué au 15.3, en plaçant le **collecteur de courant** dans la position la plus défavorable.*

16 Résistance mécanique

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

Paragraphe complémentaire:

16.101 Essai du mécanisme de manœuvre

Le **transformateur** est chargé avec une impédance donnant le **courant secondaire assigné** lorsque le **collecteur de courant** est réglé sur le niveau maximal de tension secondaire de la plage. Le **collecteur de courant** est déplacé sur toute la longueur de l'enroulement durant 50 000 cycles à la vitesse de 10 ± 2 cm/s. Dans le cas d'un collecteur de courant entraîné par un moteur, la vitesse doit correspondre à la vitesse maximale fournie par le moteur.

NOTE Un cycle est un mouvement aller-retour complet du collecteur.

*Après l'essai, le **transformateur variable** (y compris toutes les parties du **mécanisme de manœuvre**) doit satisfaire encore à toutes les exigences spécifiées dans la présente partie.*

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.

18.4 Isolation entre et à l'intérieur des enroulements

Addition:

Au cours de l'essai d'isolation entre les enroulements, il est permis d'isoler le collecteur de courant des enroulements.

19 Construction

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

Remplacement de 19.1:

NOTE Pour illustrer les différents types de **transformateurs**, le présent paragraphe comprend les trois parties suivantes.

19.1.1 Autotransformateurs variables

19.1.2 Transformateurs à enroulements séparés variables

19.1.3 Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité variables

19.1.1 Autotransformateurs variables

19.1.1.1 Pour les **autotransformateurs** à prise, lorsque la **tension primaire assignée** est supérieure à la **tension secondaire assignée**, aucun potentiel à la terre, au niveau du socle de sortie, ne doit dépasser la **tension secondaire assignée**.

Cette exigence doit être remplie en suivant l'une des méthodes décrites ci-après:

19.1.1.1.1 Fiche et prise de courant polarisées en entrée et en sortie.

Dans ce cas, des instructions doivent être données afin de ne pas utiliser ce type de **transformateur** avec une prise de courant non polarisée.

19.1.1.1.2 Dispositif de détection de polarité (pour les prises de courant non-polarisées d'entrée et de sortie)

Un dispositif de détection de polarité doit alimenter exclusivement le **circuit secondaire** lorsque le potentiel à la terre au niveau des pôles du socle de sortie ne dépasse pas la **tension secondaire assignée**. La séparation de contact du dispositif de coupure doit être au moins égale à 3 mm dans chaque pôle.

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

La conformité est vérifiée par l'essai suivant:

L'autotransformateur est raccordé au réseau d'alimentation pour une valeur de 1,1 fois la tension primaire assignée dans les conditions les plus défavorables de charge et de tension secondaire. L'essai est répété en inversant la polarité de l'entrée. Au cours de l'essai, le potentiel mesuré à la terre de chaque pôle ne doit pas dépasser la tension secondaire maximale en charge (1,1 fois la tension secondaire assignée en tenant compte des écarts admissibles indiqués dans l'Article 11).

La conformité est vérifiée par mesure.

Si le dispositif de détection de polarité utilise pour la détection un courant qui s'écoule à la terre, ce courant ne doit pas dépasser 0,75 mA et doit s'écouler uniquement pendant la période de mesure jusqu'à l'inversion de la polarité.

La conformité est vérifiée par mesure.

Tous les essais sont répétés dans les conditions de défaut décrites au H.2.3 de la Partie 1. Dans ce cas, le potentiel à la terre de chaque pôle ne doit pas dépasser 1,1 fois la tension secondaire maximale en charge pendant plus de 5 s.

La conformité est vérifiée par mesure.

19.1.1.2 La protection contre les contacts directs avec les parties électriques et les parties mécaniques mobiles (chemin de contact et mécanisme de manœuvre) doit être assurée.

La conformité est vérifiée par examen.

19.1.2 Transformateurs variables à enroulements séparés

19.1.2.1 Les **circuits primaire** et **secondaire** doivent être électriquement séparés l'un de l'autre, et la construction doit permettre d'éviter toute possibilité de connexion entre ces circuits, directement ou indirectement, à travers d'autres **parties conductrices**, sauf par une action délibérée.

La conformité est vérifiée par examen et mesures, en tenant compte des Articles 18 et 26.

19.1.2.2 L'isolation entre les **enroulement(s) primaire(s)** et **secondaire(s)** doit comprendre au moins une **isolation principale** (dimensionnée pour la **tension locale**).

En outre, ce qui suit s'applique:

- pour les **transformateurs de classe I**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse**, et entre les **enroulements secondaires** et la **masse**, doit comprendre une **isolation principale** (les deux **isolations principales** sont dimensionnées 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**, doit comprendre une **double isolation** ou une **isolation renforcée** (les deux **isolations doubles** ou **renforcées** sont dimensionnées pour la tension locale).

19.1.2.3 Pour les **transformateurs** dotés de **parties conductrices intermédiaires** (par exemple, le noyau de fer) non connectées à la **masse** et situées entre les **enroulements primaires** et **secondaires**, l'isolation entre les **parties conductrices intermédiaires** et les **enroulements primaires** et entre les **parties conductrices intermédiaires** et les **enroulements secondaires** doit comprendre au moins une **isolation principale** (dimensionnée pour la **tension locale**).

NOTE On considère qu'une **partie conductrice intermédiaire** non séparée des **enroulements primaires** ou **secondaires** ou de la **masse** par une **isolation principale** au moins, est connectée à la/aux partie(s) correspondante(s).

En outre, ce qui suit s'applique:

- pour les **transformateurs de classe I**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et **secondaires** au travers des **parties conductrices intermédiaires** doit comprendre une **isolation principale** (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** au travers des **parties conductrices intermédiaires** doit comprendre une **double isolation** ou une **isolation renforcée** (dimensionnée pour la tension locale).

19.1.2.3.1 Les parties des **circuits secondaires** peuvent être raccordées à la terre de protection.

19.1.2.3.2 Il ne doit exister aucune connexion entre l'**enroulement secondaire** et la **masse**, sauf si – pour les **transformateurs associés** – la norme de produit final correspondante l'autorise.

La conformité est vérifiée par examen.

19.1.2.4 La protection contre les contacts directs avec les **parties actives** (zone de contact et **mécanisme de manœuvre**) doit être assurée.

La conformité est vérifiée par examen.

19.1.3 Transformateurs variables de séparation des circuits et transformateurs variables d'isolation

19.1.3.1 Les **circuits primaire** et **secondaire** doivent être électriquement séparés l'un de l'autre, et la construction doit permettre d'éviter toute possibilité de connexion entre ces circuits, directement ou indirectement, à travers d'autres **parties conductrices**, sauf par une action délibérée.

La conformité est vérifiée par examen et mesures, en tenant compte des Articles 18 et 26.

19.1.3.2 L'isolation entre les **enroulement(s) primaire(s)** et **secondaire(s)** doit comprendre une double isolation ou une **isolation renforcée** (dimensionnée pour la **tension locale**).

En outre, ce qui suit s'applique:

- pour les **transformateurs de classe I** non destinés à être raccordés au réseau d'alimentation au moyen d'une fiche, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse** reliée à la terre doit comprendre au moins une **isolation principale** assignée pour la tension primaire. L'isolation entre les **enroulements secondaires** et la **masse** reliée à

la terre doit comprendre au moins une **isolation principale** (dimensionnée pour la tension secondaire);

- pour les **transformateurs de classe I** destinés à être raccordés au réseau d'alimentation au moyen d'une fiche, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse** doit comprendre au moins une **isolation principale**, et l'isolation entre les **enroulements secondaires** et la **masse** doit comprendre au moins une **isolation supplémentaire** (les deux **isolations** principale et **supplémentaire** sont dimensionnées pour la **tension locale**);
- pour les **transformateurs de classe II**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et la **masse** doit comprendre une **double isolation** ou une **isolation renforcée** (dimensionnée pour la tension primaire). L'isolation entre les **enroulements secondaires** et la **masse** doit comprendre une **double isolation** ou une **isolation renforcée** (dimensionnée pour la tension secondaire).

19.1.3.3 Pour les **transformateurs** dotés de **parties conductrices intermédiaires** (par exemple, le noyau de fer) non connectées à la **masse** et situées entre les **enroulements primaires** et **secondaires**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et toute **partie conductrice intermédiaire** doit comprendre au moins une **isolation principale**, et l'isolation entre les **enroulements secondaires** et toute **partie conductrice intermédiaire** doit comprendre au moins une **isolation supplémentaire** (les deux **isolations** principale et **supplémentaire** sont dimensionnées pour la **tension locale**).

NOTE 1 On considère qu'une **partie conductrice intermédiaire** non séparée des **enroulements primaires** ou **secondaires** ou de la **masse** par une isolation au moins, est connectée à la/aux parties correspondante(s).

NOTE 2 L'isolation principale et l'isolation supplémentaire sont interchangeables.

En outre, ce qui suit s'applique:

- pour les **transformateurs de classe I**, l'isolation entre les **enroulements primaires** et **secondaires** au travers des **parties conductrices intermédiaires** (même si elles sont reliées à la terre) doit comprendre une **double isolation** ou 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** au travers des **parties conductrices intermédiaires** doit comprendre une **double isolation** ou une **isolation renforcée** (dimensionnée pour la tension primaire et secondaire);
- pour les **transformateurs** autres que les transformateurs indépendants (IP00), l'isolation entre les **enroulements primaires** et **secondaires** au travers des **parties conductrices intermédiaires** doit comprendre une **double isolation** ou une **isolation renforcée** (dimensionnée pour la **tension locale**).

NOTE 3 Dans le présent article, il n'est pas admis de prendre en compte la **partie conductrice intermédiaire** reliée à la terre et par conséquent d'exiger une **isolation principale** dans les deux circuits (primaire et secondaire), pour les raisons suivantes:

- les **parties conductrices intermédiaires** sont normalement constituées par le noyau de fer composé de plaques laminées isolées les unes des autres par un oxyde. Il n'existe aucune garantie que toutes les feuilles soient correctement reliées à la terre;
- pour un **transformateur** autre qu'un transformateur indépendant, il n'existe aucune garantie que, dans les applications finales, le noyau de fer soit relié à la terre.

19.1.3.4 Pour les **transformateurs de classe I** non destinés à être raccordés au réseau d'alimentation au moyen d'une fiche, l'isolation entre les **enroulements primaires** et **secondaires** peut comprendre une **isolation principale** plus un **écran de protection** au lieu d'une **double isolation** ou d'une **isolation renforcée**, si les conditions suivantes sont remplies:

- l'isolation entre l'**enroulement primaire** et l'**écran de protection** doit satisfaire aux exigences relatives à l'**isolation principale** (dimensionnée pour la tension primaire);

- l'isolation entre l'écran de protection et l'**enroulement secondaire** doit satisfaire aux exigences relatives à l'**isolation principale** (dimensionnée pour la tension secondaire);
- l'écran de protection doit, sauf spécification contraire, être constitué d'une feuille de métal ou d'un écran en fils bobinés s'étendant au moins sur toute la largeur de l'**enroulement primaire** et ne doit présenter ni intervalle ni orifice;
- lorsque l'écran de protection ne couvre pas toute la largeur de l'**enroulement primaire**, des rubans adhésifs supplémentaires ou une isolation similaire doivent être utilisés pour assurer une **double isolation** dans cette zone;
- si l'écran de protection est constitué d'une feuille, les spires doivent être isolées les unes par rapport aux autres. Dans le cas d'une spire unique, elle doit présenter un recouvrement isolé d'au moins 3 mm;
- le fil de l'écran à fils bobinés et le fil de sortie de l'écran de protection doivent présenter une section correspondant au moins au courant assigné du dispositif de protection contre les surcharges, afin de garantir qu'en cas de perforation de l'isolation, le dispositif de protection contre les surcharges ouvre le circuit avant la destruction du fil de sortie;
- le fil de sortie doit être soudé à l'écran de protection ou fixé d'une manière également fiable.

NOTE Pour les besoins du présent paragraphe, le terme "enroulements" n'inclut pas les **circuits internes**.

Des exemples de construction d'enroulements sont donnés dans l'Annexe M de la Partie 1.

19.1.3.5 Il ne doit exister aucune connexion entre les **circuits secondaires** et la terre de protection, sauf si, pour les **transformateurs associés**, la norme d'équipement correspondante l'autorise.

19.1.3.6 Il ne doit exister aucune connexion entre les **circuits secondaires** et la **masse**, sauf si, pour les **transformateurs associés**, la norme d'équipement correspondante l'autorise.

La conformité est vérifiée par examen.

19.1.3.7 Les bornes d'entrée et de sortie permettant la connexion d'un conducteur externe doivent être placées de façon à ce que la distance mesurée entre les points d'introduction des conducteurs dans ces bornes ne soit pas inférieure à 25 mm. Si une barrière est utilisée pour maintenir cette distance, la mesure doit être réalisée au-dessus et autour de la barrière, qui doit être constituée d'un matériau isolant et être fixée de manière permanente au **transformateur**.

*La conformité est vérifiée par examen et mesure sans tenir compte de la **partie conductrice intermédiaire**.*

19.1.3.8 Les **transformateurs mobiles** dont la **puissance assignée** ne dépasse pas 630 VA doivent être de classe II.

Dans le cas d'un transformateur variable destiné à être utilisé par un personnel techniquement qualifié ou averti, il est permis d'employer un transformateur de classe 1.

19.1.3.9 Pour les **transformateurs** destinés à être raccordés au réseau d'alimentation au moyen d'une fiche d'un type quelconque (incorporée ou non), l'alternative constituée par une **isolation principale** plus un **écran de protection** n'est pas autorisée.

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.

27 Résistance à la chaleur, au feu et aux courants de cheminement

L'article de la Partie 1 est applicable.

28 Protection contre la rouille

L'article de la Partie 1 est applicable.

Annexes

Les annexes de la Partie 1 sont applicables.

Bibliographie

La Bibliographie de la Partie 1 est applicable, à l'exception de ce qui suit:

Addition:

CEI 60076-11, *Transformateurs de puissance – Partie 11: Transformateurs de type sec*

CEI 61558-2-16, *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

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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