

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.260; 29.020; 91.140.50

ISBN 978-2-88910-415-4

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Definitions	8
4 Fundamental rule of protection against electric shock.....	16
4.1 Normal conditions.....	16
4.2 Single-fault conditions.....	16
4.2.1 Protection by two independent protective provisions	16
4.2.2 Protection by an enhanced protective provision	17
4.3 Special cases	17
5 Protective provisions (elements of protective measures)	17
5.1 Provisions for basic protection	17
5.1.1 Basic insulation.....	17
5.1.2 Barriers or enclosures.....	18
5.1.3 Obstacles	18
5.1.4 Placing out of arm's reach.....	19
5.1.5 Limitation of voltage.....	19
5.1.6 Limitation of steady-state touch current and charge.....	19
5.1.7 Potential grading.....	19
5.1.8 Other provisions	19
5.2 Provisions for fault protection.....	20
5.2.1 Supplementary insulation.....	20
5.2.2 Protective-equipotential-bonding	20
5.2.3 Protective screening	22
5.2.4 Indication and disconnection in high-voltage installations and systems	22
5.2.5 Automatic disconnection of supply.....	22
5.2.6 Simple separation (between circuits).....	22
5.2.7 Non-conducting environment.....	22
5.2.8 Potential grading.....	23
5.2.9 Other provisions	23
5.3 Enhanced protective provisions.....	23
5.3.1 Reinforced insulation	23
5.3.2 Protective-separation between circuits	23
5.3.3 Limited-current-source	24
5.3.4 Protective impedance device.....	24
5.3.5 Other provisions	24
6 Protective measures	24
6.1 Protection by automatic disconnection of supply.....	24
6.2 Protection by double or reinforced insulation	24
6.3 Protection by equipotential bonding.....	25
6.4 Protection by electrical separation.....	25
6.5 Protection by non-conducting environment (low-voltage)	25
6.6 Protection by SELV.....	25

6.7	Protection by PELV	26
6.8	Protection by limitation of steady-state touch current and charge	26
6.9	Protection by other measures	26
7	Co-ordination of electrical equipment and of protective provisions within an electrical installation	26
7.1	Class 0 equipment	26
7.1.1	Insulation	27
7.2	Class I equipment	27
7.2.1	Insulation	27
7.2.2	Protective-equipotential-bonding	27
7.2.3	Accessible surfaces of parts of insulating material	27
7.2.4	Connection of a protective conductor	28
7.3	Class II equipment	28
7.3.1	Insulation	28
7.3.2	Protective bonding	28
7.3.3	Marking	29
7.4	Class III equipment	29
7.4.1	Voltages	29
7.4.2	Protective bonding	29
7.4.3	Marking	29
7.5	Touch currents, protective conductor currents, leakage currents	30
7.5.1	Touch currents	30
7.5.2	Protective conductor currents	30
7.5.3	Other requirements	31
7.6	Safety and boundary clearances and warning labels for high-voltage installations	32
8	Special operating and servicing conditions	32
8.1	Devices to be operated manually and components intended to be replaced manually	32
8.1.1	Devices to be operated or components intended to be replaced by ordinary persons in low-voltage installations, systems and equipment	32
8.1.2	Devices to be operated or components intended to be replaced by skilled or instructed persons	33
8.2	Electrical values after isolation	33
8.3	Devices for isolation	34
8.3.1	General	34
8.3.2	Devices for isolation for low voltage	34
8.3.3	Devices for isolation for high voltage	35
	Annex A (informative) Survey of protective measures as implemented by protective provisions	36
	Annex B (informative) Values of maximum a.c. limits of protective conductor currents for cases 7.5.2.2 a) and 7.5.2.2 b)	38
	Annex C (informative) Index of definitions	39

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PROTECTION AGAINST ELECTRIC SHOCK – COMMON ASPECTS FOR INSTALLATION AND EQUIPMENT

FOREWORD

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

International Standard IEC 61140 has been prepared by IEC technical committee 64: Electrical installations and protection against electric shock.

This consolidated version of IEC 61140 consists of the third edition (2001) [documents 64/1191/FDIS and 64/1202/RVD] and its amendment 1 (2004) [documents 64/1402/FDIS and 64/1412/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 3.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

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

Annexes A, B and C are for information only.

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

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61140:2001+AMD1:2004 CSV

INTRODUCTION

This International Standard is a Basic Safety Publication intended for use by technical committees in the preparation of standards in accordance with the principles of IEC Guide 104 and ISO/IEC Guide 51.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61140:2001+AMD1:2004 CSV

PROTECTION AGAINST ELECTRIC SHOCK – COMMON ASPECTS FOR INSTALLATION AND EQUIPMENT

1 Scope

This International Standard applies to the protection of persons and animals against electric shock. It is intended to give fundamental principles and requirements which are common to electrical installations, systems and equipment or necessary for their co-ordination.

This standard has been prepared for installations, systems and equipment without a voltage limit.

NOTE There are some clauses in this standard which refer to low-voltage and high-voltage systems, installations and equipment. For the purpose of this standard, low -voltage is any rated voltage up to and including 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. High voltage is any rated voltage exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

The requirements of this standard apply only if they are incorporated, or are referred to, in the relevant standards. It is not intended to be used as a stand-alone standard.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*

IEC 60050(131): *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 131: Electric and magnetic circuits*

IEC 60050(195): 1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock*
Amendment 1 (2001)

IEC 60050(351):1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 351: Automatic control*

IEC 60050(826):1982, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 826: Electrical installations of buildings*
Amendment 2 (1995)

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60071-2:1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 60364-4-41, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 60364-4-443:1995, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 44: Protection against overvoltages – Section 443: Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching*

IEC 60364-5-54:1980, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 60364-6-61:1986, *Electrical installations of buildings – Part 6: Verification – Chapter 61: Initial verification*

IEC 60417-2, *Graphical symbols for use on equipment – Part 2: Symbol originals*

IEC 60446:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or numerals*

IEC 60479-1:1994, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60601 (all parts), *Medical electrical equipment*

IEC 60601-1:1988, *Medical electrical equipment – Part 1: General requirements for safety*

IEC 60664-1:1992, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60721 (all parts), *Classification of environmental conditions*

IEC 60990:1999, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61201:1992, *Extra-low-voltage (ELV) – Limit values*

IEC 62271-102:2001, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*

ISO/IEC Guide 51:1999, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

IEC Guide 104:1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

3 Definitions

NOTE An index of definitions is given in annex C.

For the purpose of this International Standard the following definitions apply:

3.1

electric shock

physiological effect resulting from an electric current through a human or animal body

[IEV 195-01-04]

3.1.1

basic protection

protection against electric shock under fault-free conditions

[IEV 195-06-01]

NOTE For low-voltage installations, systems and equipment, basic protection generally corresponds to protection against direct contact as used in IEC 60364-4-41.

3.1.2

fault protection

protection against electric shock under single-fault conditions

[IEV 195-06-02]

NOTE For low-voltage installations, systems and equipment, fault protection generally corresponds to protection against indirect contact as used in IEC 60364-4-41, mainly with regard to failure of basic insulation.

3.2

(electric) circuit

an arrangement of devices or media through which electric current can flow

[IEV 131-01-01]

NOTE See also IEC 826-05-01 for electrical installations of buildings.

3.3

(electrical) equipment

any item used for such purposes as generation, conversion, transmission, storage, distribution or utilization of electrical energy, such as machines, transformers, apparatus, measuring instruments, protective devices, accessories for wiring systems, appliances

[IEV 826-07-01, modified]

3.4

live part

conductor or conductive part intended to be energized in normal operation, including a neutral conductor, but by convention not a PEN conductor or PEM conductor or PEL conductor

[IEV 195-02-19]

NOTE 1 This concept does not necessarily imply a risk of electric shock.

NOTE 2 For definitions of PEM and PEL see IEC 195-02-13 and 195-02-14.

3.5

hazardous-live-part

live part which, under certain conditions, can give a harmful electric shock

[IEV 195-06-05]

NOTE In case of high voltage, a hazardous voltage may be present on the surface of solid insulation. In such a case the surface is considered to be a hazardous-live-part.

3.6

exposed-conductive-part

conductive part of equipment, which can be touched and which is not normally live, but which can become live when basic insulation fails

[IEV 195-06-10]

NOTE A conductive part of electrical equipment which can only become live through contact with an exposed-conductive-part which has become live, is not considered to be an exposed-conductive-part itself.

3.7

extraneous-conductive-part

conductive part not forming part of the electrical installation and liable to introduce an electric potential, generally the electric potential of a local earth

[IEV 195-06-11]

3.8

touch voltage

3.8.1

(effective) touch voltage

voltage between conductive parts when touched simultaneously by a person or an animal

NOTE The value of the effective touch voltage may be appreciably influenced by the impedance of the person or the animal in electric contact with these conductive parts.

[IEV 195-05-11]

3.8.2

prospective touch voltage

voltage between simultaneously accessible conductive parts when those conductive parts are not being touched, by a person or an animal

[IEV 195-05-09]

3.9

touch current

electric current passing through a human body or through an animal body when it touches one or more accessible parts of an installation or of equipment

[IEV 195-05-21]

3.10

insulation

NOTE Insulation can be a solid, a liquid or a gas (e.g. air), or any combination.

3.10.1

basic insulation

insulation of hazardous-live-parts which provides basic protection

NOTE This concept does not apply to insulation used exclusively for functional purposes.

[IEV 195-06-06]

3.10.2

supplementary insulation

independent insulation applied in addition to basic insulation, for fault protection

[IEV 195-06-07]

3.10.3

double insulation

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

[IEV 195-06-08]

3.10.4

reinforced insulation

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

NOTE Reinforced insulation may comprise several layers which cannot be tested singly as basic insulation or supplementary insulation.

[IEV 195-06-09]

3.11

non-conducting environment

provision whereby a person or an animal touching an exposed-conductive-part that has become hazardous-live is protected by the high impedance of his environment (e.g. insulating walls and floors) and by the absence of earthed conductive parts

[IEV 195-06-21]

3.12

(electrically) protective obstacle

part preventing unintentional direct contact, but not preventing direct contact by deliberate action

[IEV 195-06-16]

NOTE Direct contact is defined in IEC 195-06-03.

3.13**(electrically) protective barrier**

part providing protection against direct contact from any usual direction of access

[IEV 195-06-15]

NOTE Direct contact is defined in IEV 195-06-03.

3.14**(electrically) protective enclosure**

electrical enclosure surrounding internal parts of equipment to prevent access to hazardous-live-part from any direction

[IEV 195-06-14]

NOTE In addition, an enclosure generally provides protection against internal or external influences, e.g. ingress of dust or water or prevention of mechanical damage.

3.15**arm's reach**

zone of accessibility to touch extending from any point on a surface where persons usually stand or move about to the limits which a person can reach with the hand, in any direction, without assistance

[IEV 195-06-12]

3.16**equipotential bonding**

provision of electric connections between conductive parts, intended to achieve equipotentiality

[IEV 195-01-10]

NOTE The effectiveness of the equipotential bonding may depend on the frequency of the current in the bonding.

3.16.1**protective equipotential bonding**

equipotential bonding for purposes of safety (e.g. protection against electric shock)

[IEV 195-01-15, modified]

NOTE Functional equipotential bonding is defined in IEV 195-01-16.

3.16.2**equipotential bonding terminal**

terminal provided on equipment or on a device and intended for the electric connection with the equipotential bonding system

[IEV 195-02-32]

3.16.3**protective bonding terminal**

terminal intended for protective-equipotential-bonding purposes

3.16.4**protective conductor, PE**

conductor provided for purposes of safety, for example protection against electric shock

[IEV 195-02-09]

3.16.5**PEN conductor**

conductor combining the functions of both protective conductor and neutral conductor

[IEV 195-02-12, modified]

3.17 earth

NOTE The concept "Earth" means the planet and all its physical matter

3.17.1

reference earth

reference ground (US)

part of the earth considered as conductive, the electric potential of which is conventionally taken as zero, being outside the zone of influence of any earthing arrangement

[IEV 195-01-01]

3.17.2

(local) earth

(local) ground (US)

part of the earth which is in electric contact with an earth electrode and the electric potential of which is not necessarily equal to zero

[IEV 195-01-03]

3.17.3

earth electrode

ground electrode (US)

conductive part, which may be embedded in a specific conductive medium, e.g. concrete or coke, in electric contact with the earth

[IEV 195-02-01]

3.17.4

earthing conductor

grounding conductor (US)

conductor which provides a conductive path, or part of the conductive path, between a given point in a system or in an installation or in equipment and an earth electrode

[IEV 195-02-03]

3.17.5

earthing arrangement

grounding arrangement (US)

all the electric connections and devices involved in the earthing of a system, an installation and equipment

[IEV 195-02-20]

NOTE This could be a locally limited arrangement of interconnected earth electrodes on the high-voltage side.

3.17.6

protective earthing

protective grounding (US)

earthing a point or points in a system or in an installation or in equipment for purposes of electrical safety

[IEV 195-01-11]

3.17.7

functional earthing

functional grounding (US)

earthing a point or points in a system or in an installation or in equipment, for purposes other than electrical safety

[IEV 195-01-13]

3.18**automatic disconnection of supply**

interruption of one or more of the line conductors, effected by the automatic operation of a protective device in case of a fault

[IEV 195-04-10]

NOTE This does not necessarily mean an interruption in all conductors of the supply system.

3.19**enhanced protective provision**

protective provision having a reliability of protection not less than that provided by two independent protective provisions

3.20**(conductive) screen****(conductive) shield (US)**

conductive part that encloses or separates electric circuits and/or conductors

[IEV 195-02-38]

3.21**(electrically) protective screen****(electrically) protective shield (US)**

conductive screen (shield) used to separate an electric circuit and/or conductors from hazardous-live-parts

[IEV 195-06-17]

3.22**(electrically) protective screening****(electrically) protective shielding (US)**

separation of electric circuits or conductors from hazardous-live-parts by an electrically protective screen (shield) connected to the protective-equipotential-bonding system and intended to provide protection against electric shock

[IEV 195-06-18]

3.23**simple separation**

separation between circuits or between a circuit and earth by means of basic insulation

3.24**(electrically) protective separation**

separation of one electric circuit from another by means of:

- double insulation; or
- basic insulation and electrically protective screening (shielding); or
- reinforced insulation

[IEV 195-06-19]

3.25**electrical separation**

protective measure in which a circuit that is hazardous-live is insulated from all other circuits and parts, from earth and from touch

3.26**extra-low-voltage (ELV)**

any voltage not exceeding the relevant voltage limit specified in IEC 61201

3.26.1

SELV system

an electrical system in which the voltage cannot exceed ELV:

- under normal conditions; and
- under single-fault conditions, including earth faults in other circuits

3.26.2

PELV system

an electrical system in which the voltage cannot exceed ELV:

- under normal conditions, and
- under single-fault conditions, except earth faults in other circuits

3.27

limitation of steady-state touch current and charge

protection against electric shock by circuit or equipment design such that under normal and fault conditions the steady-state touch current and charge are limited to non-hazardous levels

[IEV 826-03-16, modified]

3.28

limited-current-source

device supplying electrical energy in an electric circuit

- with protective-separation from hazardous-live-parts, and
- which ensures that the steady-state touch current and charge are limited to non-hazardous levels, under normal and fault conditions

3.29

protective impedance device

component or assembly of components the impedance and construction of which are such as to ensure that steady-state touch current and charge are limited to non-hazardous levels

3.30

(electrically) skilled person

person with relevant education and experience to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create

[IEV 195-04-01]

3.31

(electrically) instructed person

person adequately advised or supervised by electrically skilled persons to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create

[IEV 195-04-02]

3.32

ordinary person

person who is neither a skilled person nor an instructed person

[IEV 195-04-03]

3.33

step voltage

voltage between two points on the earth's surface that are 1 m distant from each other, which is considered to be the stride length of a person

[IEV 195-05-12]

3.34**potential grading**

control of the earth potential, especially the earth surface potential, by means of earth electrodes

3.35**danger zone**

in the case of high voltage, area limited by the minimum clearance around hazardous-live-parts without complete protection against direct contact

NOTE Entering the danger zone is considered the same as touching hazardous-live-parts.

3.36**leakage current**

electric current in an unwanted conductive path under normal operating conditions

[IEV 195-05-15]

3.37**stationary equipment**

- fixed equipment, or
- permanently connected equipment, or
- equipment that, due to its physical characteristics, is normally not moved and is normally plugged into the same socket-outlet

3.38**protective conductor current**

current which flows in a protective conductor

(see 3.2 of IEC 60990)

3.39**system**

a set of interrelated elements considered in a defined context as a whole and separated from their environment

NOTE 1 Such elements may be both material objects and concepts as well as the results thereof (e.g. forms of organization, mathematical methods, programming languages).

NOTE 2 The system is considered to be separated from the environment and from the other external SYSTEMS by an imaginary surface, which cuts the links between them and the system.

[IEV 351-11-01]

3.40**(electrical) installation**

an assembly of associated electrical equipment to fulfil a specific purpose or purposes and having co-ordinated characteristics

[IEV 826-01-01]

3.41**isolation**

function intended to make dead for reasons of safety all or a discrete section of the electrical installation by separating the electrical installation or section from every source of electric energy

[IEV 826-08-01]

3.42**impulse withstand voltage**

highest peak value of impulse voltage of prescribed form and polarity which does not cause breakdown of insulation under specified conditions

4 Fundamental rule of protection against electric shock

Hazardous-live-parts shall not be accessible and accessible conductive parts shall not be hazardous live

- either under normal conditions (operation in intended use, see 3.13 of ISO/IEC Guide 51, and absence of a fault), or
- under single-fault conditions (see also 2.8 of IEC Guide 104).

NOTE 1 The accessibility rules for ordinary persons may differ from those for skilled or instructed persons, and may also vary for different products and locations.

NOTE 2 For high-voltage installations, system and equipment, entering the danger zone is considered the same as touching hazardous-live-part.

Protection under normal conditions (see 4.1) is provided by basic protection, and protection under single-fault conditions (see 4.2) is provided by fault protection.

Enhanced protective provisions (see 4.2.2) provide protection under both conditions.

4.1 Normal conditions

To meet the fundamental rule for protection against electric shock under normal conditions, what is referred to in this standard as basic protection is necessary. The requirements for provisions for basic protection are given in 5.1.

NOTE For low-voltage installations, systems and equipment, basic protection generally corresponds to protection against direct contact as used in IEC 60364-4-41.

4.2 Single-fault conditions

Single faults shall be considered, if they would

- cause an accessible, non-hazardous-live-part to become a hazardous-live-part (e.g. due to failure of limitation of steady-state touch current and charge), or
- cause an accessible conductive part which is not live under normal conditions to become hazardously live (e.g. due to failure of basic insulation to exposed-conductive-parts), or
- cause a hazardous-live-part to become accessible (e.g. by mechanical failure of an enclosure)¹.

To meet the fundamental rule under single-fault conditions, what is referred to in this standard as fault protection is necessary. This protection can be achieved by

- a further protective provision, independent of that for basic protection (see 4.2.1), or
- an enhanced protective provision (see 4.2.2) which provides both basic and fault protection

taking account of all relevant influences.

The requirements for provisions for fault protection are given in 5.2.

NOTE For low-voltage installations, systems and equipment, fault protection generally corresponds to protection against indirect contact as used in IEC 60364-4-41, in particular the failure of basic insulation.

4.2.1 Protection by two independent protective provisions

Each of the two independent protective provisions shall be designed so that a failure is unlikely under conditions specified by the relevant technical committee.

¹ It is recognized that this aspect has not been dealt with up till now. Appropriate mechanical requirements and tests will be needed. They cannot be replaced by the specification of electrical parameters.

The two independent protective provisions shall have no influence on each other such that a failure of one of the protective provisions could impair the other.

Simultaneous failure of the two independent protective provisions is unlikely and need not normally be taken into consideration. Reliance is placed on one of the protective provisions remaining effective.

4.2.2 Protection by an enhanced protective provision

The properties of an enhanced protective provision shall be such that the same continued effectiveness of protection as provided by two independent protective provisions is achieved. Requirements for enhanced protective provisions are given in 5.3.

4.3 Special cases

If the intended use implies an increased inherent risk, e.g. for areas with a low-impedance contact of persons with earth potential, technical committees shall consider the possible need to specify additional protection. Such additional protection may be provided in the installation, in the system or in the equipment.

NOTE In the case of low-voltage installations and equipment, the use of residual current devices, with a rated residual operating current not exceeding 30 mA, is recognized as additional protection against electric shock where basic and/or fault protection is not effective or by careless use of equipment.

The consequences of double or even multiple faults may have to be considered, in special cases, subject to judgement by technical committees.

5 Protective provisions (elements of protective measures)

All protective provisions shall be designed and constructed to be effective during the anticipated life of the installation, of the system or of the equipment when used as intended and properly maintained.

The environment should be taken into account by use of the classification of external influences as described in IEC 60721. Attention is particularly drawn to the ambient temperature, climatic conditions, presence of water, mechanical stresses, capability of persons and area of contact of persons or animals with earth potential.

Technical committees shall take account of the requirements for insulation co-ordination. For low-voltage installations, systems and equipment these requirements are found in IEC 60664-1 which also gives dimensioning rules for clearances (in air) and creepage distances as well as dimensioning guidance for solid insulation. For high-voltage installations, systems and equipment, the requirements are found in IEC 60071-1 and IEC 60071-2.

5.1 Provisions for basic protection

Basic protection shall consist of one or more provisions that under normal conditions prevent contact with hazardous-live-parts.

NOTE Paints, varnishes, lacquers and similar products alone are generally not considered to provide adequate insulation for protection against electric shock in normal service.

Subclauses 5.1.1 to 5.1.8 specify some individual provisions for basic protection.

5.1.1 Basic insulation

5.1.1.1 Where solid basic insulation is used, it shall prevent contact with hazardous-live-parts.

NOTE In case of high-voltage installations and equipment, a voltage may be present on the surface of solid insulation and further precautions may be necessary.

5.1.1.2 Where basic insulation is provided by air, access to hazardous-live-parts or entering the danger zone shall be prevented by obstacles, barriers or enclosures as specified in 5.1.2 and 5.1.3 or by placing out of arm's reach as specified in 5.1.4.

5.1.2 Barriers or enclosures

5.1.2.1 Barriers or enclosures shall prevent

- in the case of low-voltage installations and equipment, access to hazardous-live-parts by providing a degree of protection against electric shock of at least IPXXB (also complied with by IP2X) of IEC 60529,
- in the case of high-voltage installations and equipment, entering the danger zone by providing a degree of protection of at least IPXXB (also complied with by IP2X) of IEC 60529.

5.1.2.2 Barriers or enclosures shall have sufficient mechanical strength, stability and durability to maintain the specified degree of protection, taking account of all relevant influences from the environment and from inside the enclosure. They shall be firmly secured in place.

5.1.2.3 Where the design or construction allows for the removal of barriers, the opening of enclosures or the removal of parts of enclosures, access to hazardous-live-parts or entering the danger zone shall only be possible

- by the use of a key or tool, or
- after isolation of hazardous-live-parts from the supply circuit where the enclosure would no longer provide protection, restoration of the supply shall become possible only after replacement of barriers or parts of enclosures or after the closing of doors, or
- where an intermediate barrier still maintains the required degree of protection, such barrier being removable only by the use of a key or tool.

NOTE See also clause 8.

5.1.3 Obstacles

5.1.3.1 Obstacles are intended to protect skilled or instructed persons but are not intended to protect ordinary persons.

5.1.3.2 During the operation of the installation, system or equipment under special operating and servicing conditions (see clause 8), obstacles shall prevent

- in the case of low-voltage installations and equipment, unintentional contact with hazardous-live-parts or
- in the case of high-voltage installations and equipment, unintentional entering the danger zone.

5.1.3.3 Obstacles may be removable without using a key or tool but shall be so secured as to make unintentional removal unlikely.

5.1.3.4 Where a conductive obstacle is separated from hazardous-live-parts by basic insulation only, it is an exposed-conductive-part, and measures for fault protection (see clause 6) shall also be applied.

5.1.4 Placing out of arm's reach

5.1.4.1 Where provisions specified in 5.1.1.1, 5.1.2, 5.1.3, 5.1.5 and 5.1.6 are found to be not applicable, placing out of arm's reach may be appropriate to prevent

- in the case of low-voltage installations and equipment, unintentional simultaneous access to conductive parts between which a hazardous voltage can exist,
- in the case of high-voltage installations and equipment, unintentional entering the danger zone.

Details shall be specified by technical committees.

NOTE For low-voltage installations, parts that are separated by a distance of more than 2,5 m are normally considered not to be simultaneously accessible. Where access is restricted to skilled or instructed persons, reduced distances may be specified.

5.1.4.2 Where a distance is expected to be reduced by objects which a person uses or holds in the hand, such as a tool or a ladder, technical committees shall specify relevant restrictions, or an appropriate distance between parts between which a hazardous voltage can exist.

5.1.5 Limitation of voltage

Limitation of voltage shall provide that the voltage between simultaneously accessible parts does not exceed relevant ELV limits as specified in IEC 61201.

NOTE This provision for basic protection does not refer to the necessary provisions for fault protection, see 6.6 and 6.7.

5.1.6 Limitation of steady-state touch current and charge

Limitation of steady-state touch current and charge shall prevent persons or animals from being subjected to values of steady-state touch current and charge liable to be hazardous or perceptible.

NOTE For persons, the following values (a.c. values for frequencies up to 100 Hz) are given as guidance:

- A steady-state current flowing between simultaneously accessible conductive parts through a pure resistance of 2 000 Ω not exceeding the threshold of perception, a.c. 0,5 mA or d.c. 2 mA are recommended.
- Values not exceeding the threshold of pain a.c. 3,5 mA or d.c. 10 mA may be specified.
- A stored charge available between simultaneously accessible conductive parts not exceeding 0,5 μC (threshold of perception) is recommended, and 50 μC (threshold of pain) may be specified.
- Technical committees may specify higher values of stored charge and steady-state current for parts specially required to stimulate reaction (e.g. electric fence). Attention is drawn to the threshold of ventricular fibrillation, see IEC 60479-1.
- The limit values for steady-state a.c. current are given for sinusoidal current with frequencies between 15 Hz and 100 Hz. Values for other frequencies, for other waveforms and for a.c. with superimposed d.c. are under consideration.
- Medical electrical equipment within the scope of IEC 60601 may necessitate other levels.

5.1.7 Potential grading

In the case of high-voltage installations and equipment, potential grading shall prevent persons or animals from hazardous step and touch voltages under normal conditions by providing a potential grading earth electrode.

NOTE Potential grading is typically used for electrical railway systems, where high earth currents occur.

5.1.8 Other provisions

Any other provision for basic protection shall comply with the fundamental rule (see clause 4).

5.2 Provisions for fault protection

Fault protection shall consist of one or more provision(s) independent of and additional to those for basic protection.

Subclauses 5.2.1 to 5.2.8 specify individual provisions for fault protection.

5.2.1 Supplementary insulation

Supplementary insulation shall be dimensioned to withstand the same stresses as specified for basic insulation.

5.2.2 Protective-equipotential-bonding

The protective-equipotential-bonding system shall consist of one or a suitable combination of two or more of the elements below:

- means for protective-equipotential-bonding in equipment, see clause 7;
- earthed or unearthed protective-equipotential-bonding in the installation (see note);
- protective conductor (PE);
- PEN conductor;
- protective screening;
- earthed point of the source or artificial neutral point;
- earth electrode (including earth electrodes for potential grading)
- earthing conductor.

NOTE In low-voltage installations, earthed protective-equipotential-bonding commonly consists of

- main equipotential bonding connecting together
 - main protective conductor;
 - main earthing conductor or main earthing terminal;
 - metallic pipes supplying services within the building, e.g. gas, water;
 - structural metallic parts, central heating and air-conditioning systems, if applicable;
 - any metallic sheath of cables (for telecommunication cables, if permitted by the owners or operators of these cables)
- supplementary equipotential bonding connecting accessible conductive parts together
- local equipotential bonding connecting accessible conductive parts together in a local area where specific conditions exist.

The equipotential bonding system of a high-voltage installation or system shall be connected to earth because of the special risks, which may be present, e.g. the danger of high touch and step voltage and of exposed-conductive-parts becoming live due to electrical discharge. The impedance to earth of the earthing arrangement shall be rated so that no hazardous touch voltage can occur. Exposed-conductive-parts, which can become live under fault conditions, shall be connected to the earthing arrangement.

5.2.2.1 Accessible conductive parts which could acquire a hazardous effective touch voltage in the event of a failure of basic protection, i.e. exposed-conductive-parts and any protective screen, shall be connected to the protective-equipotential-bonding system.

NOTE A conductive part of electrical equipment which can only become live through contact with an exposed-conductive-part which has become live, is not considered to be an exposed-conductive-part itself.

5.2.2.2 The protective-equipotential-bonding system shall be of sufficiently low impedance to avoid hazardous potential difference between parts in case of an insulation failure and, if necessary, be used in association with a protective device operated by the fault current (see 5.2.4). The maximum difference in potential and its duration shall be based on IEC 60479-1.

NOTE 1 This may necessitate consideration of the relative impedance values of the different elements of a protective-equipotential-bonding system.

NOTE 2 The difference in potential need not be considered if the impedance of the circuit limits the steady-state touch current in the case of a single fault so that it cannot exceed a.c. 3,5 mA r.m.s. for frequencies up to 100 Hz or d.c. 10 mA when measured in accordance with IEC 60990.

NOTE 3 In some environments or situations, e.g. medical locations (see limit values in IEC 60601-1), highly conductive locations, wet areas and similar areas, the limit values need to be lower.

5.2.2.3 All parts of the protective-equipotential-bonding shall be so dimensioned that thermal and dynamic stresses which are likely to occur due to a fault current do not impair the characteristics of the protective-equipotential-bonding system as a consequence of a failure or bridging of basic insulation.

NOTE Some local damage, not impairing safety, e.g. of a sheet metal part of an enclosure, may be accepted at the place where the fault occurs according to specific indications given by product committees.

5.2.2.4 All parts of the protective-equipotential-bonding shall be capable of withstanding all internal and external influences (including mechanical, thermal and corrosive) which may be expected.

5.2.2.5 Movable conductive connections, e.g. hinges and slides, shall not be considered to be parts of a protective-equipotential-bonding system unless compliance with the requirements 5.2.2.2, 5.2.2.3 and 5.2.2.4 is maintained.

5.2.2.6 Where a component of an installation, system or equipment is intended to be removed, the protective-equipotential-bonding for any other part of the installation, system or equipment shall not be interrupted when removing the component unless the electrical supply to the other part is disconnected first.

5.2.2.7 With the exception described in 5.2.2.8, no element of the protective-equipotential-bonding shall contain any device which might reasonably be expected to break the electrical continuity or introduce significant impedance.

NOTE This requirement may be dispensed with by technical committees for the verification of the continuity of protective conductors or for measuring of the current of the protective conductor.

5.2.2.8 Where elements of the protective-equipotential-bonding can be interrupted by the same coupler or plug-and-socket-outlet device as the relevant supply conductors, the protective-equipotential-bonding shall not be interrupted before the supply conductors. The protective-equipotential-bonding shall be re-established not later than when the supply conductors are reconnected. These requirements do not apply when interruption and reconnection are only possible with the equipment in de-energized condition.

In high-voltage installations, systems and equipment, the protective-equipotential-bonding shall not be interrupted before the main contact has reached an isolating distance which can withstand the equipment rated impulse withstand voltage.

5.2.2.9 Conductors of the protective-equipotential-bonding, whether insulated or bare, shall be readily distinguishable by shape, location, marking or colour, except those conductors which cannot be disconnected without destruction, e.g. in wire-wrap and similar wiring in electronic equipment and tracks on printed wiring boards. If identification by colour is used, it shall be in accordance with IEC 60446.

5.2.3 Protective screening

Protective screening shall consist of a conductive screen interposed between hazardous-live-parts of an installation, system or equipment and the part being protected. The protective screen

- shall be connected to the protective-equipotential-bonding system of the installation, system or equipment and that interconnection shall comply with the requirements of 5.2.2, and
- shall itself comply with the requirements for elements of protective-equipotential-bonding system, see 5.2.2.2, 5.2.2.3 and 5.2.2.4.

5.2.4 Indication and disconnection in high-voltage installations and systems

A device shall be provided which indicates a fault. Depending on the method of neutral earthing, the fault current shall be disconnected either manually or automatically (see 5.2.5). The permissible value of the touch voltage depending on the fault duration shall be specified by technical committees based on IEC 60479-1.

5.2.5 Automatic disconnection of supply

For automatic disconnection of supply

- a protective-equipotential-bonding system shall be provided, and
- a protective device operated by the fault current shall disconnect one or more of the line conductors supplying the equipment, system or installation, in case of a failure of basic insulation.

5.2.5.1 The protective device shall interrupt the fault current within a time specified by technical committees based on IEC 60479-1. For low-voltage installations, the time to be specified depends on the prospective touch voltage produced across the protective-equipotential-bonding.

NOTE For steady-state fault currents which, with regard to protection against electric shock, need not lead to disconnection, a conventional touch voltage limit U_L may be specified.

5.2.5.2 The protective device may be provided in any suitable part of the installation, system or equipment, and shall be selected taking into account the characteristics of the fault current loop.

5.2.6 Simple separation (between circuits)

simple separation between a circuit and other circuits or earth shall be achieved by basic insulation throughout, rated for the highest voltage present.

If any component is connected between the separated circuits, that component shall withstand the electric stresses specified for the insulation which it bridges and its impedance shall limit the prospective current flow through the component to the steady-state touch current values indicated in 5.1.6.

5.2.7 Non-conducting environment

The environment shall have an impedance to earth of at least

- 50 k Ω if the nominal system voltage does not exceed 500 V a.c. or d.c.;
- 100 k Ω if the nominal system voltage is above 500 V a.c. or d.c. and does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. (a.c. values for frequencies up to 100 Hz).

NOTE 1 Methods for measuring the resistance of insulating floors and walls are included in annex A to IEC 60364-6-61.

NOTE 2 Impedance values for higher voltages are under consideration.

5.2.8 Potential grading

Potential grading may be used by installation of additional earth electrodes to reduce the touch voltage and step voltage which appear in the case of a fault.

NOTE Earth electrodes are usually buried at a distance of 1 m in front of the equipment or any conductive part, at a depth of 0,5 m below ground level and are connected to the earthing arrangement.

5.2.9 Other provisions

Any other provision for fault protection shall comply with the fundamental rule (see clause 4).

5.3 Enhanced protective provisions

An enhanced protective provision shall provide both basic and fault protection.

Subclauses 5.3.1 to 5.3.5 specify such enhanced provisions.

Arrangements shall be made so that the protection provided by an enhanced protective provision is unlikely to become degraded and so that a single fault is unlikely to occur.

5.3.1 Reinforced insulation

Reinforced insulation shall be so designed as to be able to withstand electric, thermal, mechanical and environmental stresses with the same reliability of protection as provided by double insulation (basic insulation and supplementary insulation, see 3.10.1 and 3.10.2, respectively).

NOTE 1 This requires design and test parameters more severe than those specified for basic insulation.

NOTE 2 As an example for low-voltage applications, dimensioning of reinforced insulation with regard to impulse voltage is, where the concept of overvoltage categories (see IEC 60364-4-443²) applies, specified to comply with the requirements of the overvoltage category which is one category higher than that specified for basic insulation.

NOTE 3 Reinforced insulation is mainly used in low-voltage installations and equipment but the application is not excluded in high-voltage installations and equipment.

5.3.2 Protective-separation between circuits

Protective-separation between a circuit and other circuits shall be achieved by means of

- basic insulation and supplementary insulation, each rated for the highest voltage present, i.e. double insulation, or
- reinforced insulation (5.3.1) rated for the highest voltage present, or
- protective screening (5.2.3) with the protective screen being separated from each adjacent circuit by basic insulation rated for the adjacent circuit voltage (see also 6.6, last paragraph), or
- a combination of these provisions.

If conductors of the separated circuit are contained together with conductors of other circuits in a multi-conductor cable or in another grouping of conductors, they shall be insulated, individually or collectively, for the highest voltage present, so that double insulation is achieved.

If any component is connected between the separated circuits, that component shall comply with the requirements for protective impedance devices, see 5.3.4.

² This standard is due to be replaced by IEC 60364-4-44.

5.3.3 Limited-current-source

A limited-current-source shall be so designed that it cannot supply touch currents in excess of the limit values indicated in 5.1.6.

The requirements of 5.1.6 apply also to any likely failure³ of a single component of the limited-current-source.

NOTE The limit values should be determined by the relevant technical committee.

5.3.4 Protective impedance device

A protective impedance device shall reliably limit the touch current to the values indicated in 5.1.6.

The protective impedance device shall withstand the electric stresses specified for the insulation which it bridges.

These requirements apply also to any likely failure³ of a single component of the protective impedance device.

5.3.5 Other provisions

Any other enhanced protective provision for both basic protection and fault protection shall comply with the fundamental rule (see clause 4).

6 Protective measures

This clause gives descriptions of the structure of typical protective measures, indicating in some cases which protective provision(s) are for basic protection and which are for fault protection.

More than one of the following protective measures may be used within the same installation, system or equipment.

6.1 Protection by automatic disconnection of supply

Protective measure in which

- basic protection is provided by basic insulation between hazardous-live-parts and exposed-conductive-parts, and
- fault protection is provided by automatic disconnection of supply.

NOTE Automatic disconnection of supply requires, according to 5.2.5, a protective-equipotential-bonding system specified in 5.2.2.

6.2 Protection by double or reinforced insulation

Protective measure in which

- basic protection is provided by basic insulation of hazardous-live-parts and
- fault protection is provided by supplementary insulation

or

³ For example, where the relevant safety characteristics of a component are specified and controlled by the IEC Quality System for Electronic Components (IECQ), failure of correctly used approved components is not considered to be likely.

- basic and fault protection are provided by reinforced insulation between hazardous-live-parts and accessible parts (accessible conductive parts and accessible surfaces of insulating material).

6.3 Protection by equipotential bonding

Protective measure in which

- basic protection is provided by basic insulation between hazardous-live-parts and exposed-conductive-parts, and
- fault protection is provided by a protective-equipotential-bonding system preventing hazardous voltages between simultaneously accessible exposed and extraneous-conductive-parts.

6.4 Protection by electrical separation

Protective measure in which

- basic protection is provided by basic insulation between hazardous-live-parts and exposed-conductive-parts of the separated circuit, and
- fault protection is provided
 - by simple-separation of the separated circuit from other circuits and earth, and
 - by an earth-free protective-equipotential-bonding interconnecting exposed-conductive-parts of the separated circuit where more than one item of equipment is connected to the separated circuit.

Intentional connection of exposed-conductive-parts to a protective conductor or to an earth conductor is not permitted.

NOTE 1 Electrical separation is mainly used in low-voltage installations and equipment but the application is not excluded in high-voltage installations and equipment.

NOTE 2 Electrical separation given in 413.5 of IEC 60364-4-41 for low-voltage installations contains more stringent requirements.

6.5 Protection by non-conducting environment (low-voltage)

Protective measure in which

- basic protection is provided by basic insulation between hazardous-live-parts and exposed-conductive-parts, and
- fault protection is provided by the non-conducting environment.

6.6 Protection by SELV

Protective measure in which protection is provided by

limitation of voltage in a circuit (the SELV system) and

- protective-separation of the SELV system from all circuits other than SELV and PELV and
- simple-separation of the SELV system from other SELV systems, from PELV systems and from earth.

Intentional connection of exposed-conductive-parts to a protective conductor or to an earth conductor is not permitted.

In special locations where SELV is required and where protective screening according to 5.3.2 is applied, the protective screen shall be separated from each adjacent circuit by basic insulation intended for the highest voltage present.

6.7 Protection by PELV

Protective measure in which protection is provided by

- limitation of voltage in a circuit which may be earthed and/or the exposed-conductive-parts of which may be earthed (the PELV system) and
- protective separation of the PELV system from all circuits other than SELV and PELV.

If the PELV circuit is earthed and if protective screening according to 5.3.2 is used, it is not necessary to provide basic insulation between the protective screen and the PELV system.

NOTE 1 Where live parts of the PELV system are accessible simultaneously with conductive parts which, in case of a fault, could assume the potential of the primary circuit, protection against electric shock depends on protective-equipotential-bonding between all such conductive parts.

NOTE 2 The use of ELV other than that in accordance with 6.6 and 6.7 is not a protective measure.

6.8 Protection by limitation of steady-state touch current and charge

Protective measure in which protection is provided by

- supply of a circuit
 - from a limited-current-source or
 - through a protective impedance device,
- and
- protective-separation of the circuit from hazardous-live-parts.

6.9 Protection by other measures

Any other protective measure shall comply with the fundamental rule (see clause 4) and provide basic protection and fault protection.

7 Co-ordination of electrical equipment and of protective provisions within an electrical installation

Protection is achieved by a combination of the constructional arrangements for the equipment and devices, together with the method of installation. Technical committees are recommended to use the protective measures described in clause 6.

Equipment may be classified. The use of protective provisions in the several classes of equipment is described in 7.1 to 7.4 (see also table 1).

If it is not appropriate to classify equipment and devices in this way, technical committees shall then specify the relevant methods of installation for their products.

For some equipment the compliance with the classification can only be achieved after installation, e.g. where the installation prevents access to live parts. In this case, suitable instructions shall be provided by the manufacturer or responsible vendor.

7.1 Class 0⁴ equipment

Equipment with basic insulation as provision for basic protection and with no provisions for fault protection.

⁴ It is recommended to eliminate class 0 equipment from international standardization. However, class 0 has been included here because this class is still referred to in a few product standards.

7.1.1 Insulation

All conductive parts which are not separated from hazardous-live-parts by at least basic insulation shall be treated as if they were hazardous-live-parts.

7.2 Class I equipment

Equipment with basic insulation as provision for basic protection and protective bonding as provision for fault protection.

7.2.1 Insulation

All conductive parts which are not separated from hazardous-live-parts by at least basic insulation shall be treated as if they were hazardous-live-parts. This also applies to conductive parts which are separated by basic insulation but which are connected to hazardous-live-parts through components which are not designed for the same stresses as specified for basic insulation.

7.2.2 Protective-equipotential-bonding

Exposed-conductive-parts of the equipment shall be connected to the protective bonding terminal.

NOTE 1 Exposed-conductive-parts include those parts which are covered only by paints, varnishes, lacquers and similar products.

NOTE 2 Conductive parts which can be touched are not exposed-conductive-parts if they are separated from hazardous-live-parts by protective-separation.

7.2.3 Accessible surfaces of parts of insulating material

If the equipment is not completely covered with conductive parts, the following applies to accessible parts of insulating material:

Accessible surfaces of parts of insulating material which

- are designed to be gripped, or
- are likely to come into contact with conductive surfaces which could distribute hazardous potential, or
- can come into significant contact (area more than 50 mm × 50 mm) with a part of the human body, or
- the parts are to be used in areas where the pollution is highly conductive,

shall be separated from hazardous-live-parts by

- double or reinforced insulation, or
- basic insulation and protective screening, or
- a combination of these provisions.

All other accessible surfaces of parts of insulating material shall be separated from hazardous-live-parts by at least basic insulation. For equipment intended to be part of the fixed installation, the basic insulation shall be provided either by the manufacturer or during installation as specified by the manufacturer or responsible vendor in his instructions.

These requirements are deemed to be complied with if the accessible parts of insulating material provide the required insulation.

NOTE Technical committees may impose more stringent requirements than basic insulation for certain accessible parts of insulating material (e.g. which need to be touched frequently, such as operating means), taking into account the area of the contact surface with the human body.

7.2.4 Connection of a protective conductor

7.2.4.1 The means of connection, except for plug-and-socket connections, shall be clearly identified either with the symbol no. 5019 of IEC 60417-2, or with the letters PE, or by the bi-colour combination of green and yellow. The indication shall not be placed on or fixed by screws, washers or other parts which might be removed when conductors are being connected.

7.2.4.2 For cord-connected equipment, provisions shall be made such that the protective conductor in the cord shall, in case of failure of the strain-relief mechanism, be the last conductor to be interrupted.

7.3 Class II equipment

Equipment with

- basic insulation as provision for basic protection, and
- supplementary insulation as provision for fault protection, or in which
- basic and fault protection are provided by reinforced insulation.

7.3.1 Insulation

7.3.1.1 The accessible conductive parts and the accessible surfaces of parts of insulating material shall either be

- separated from hazardous live-parts by double or reinforced insulation, or
- designed with constructional arrangements providing equivalent protection, e.g. a protective impedance device.

For equipment intended to be part of the fixed installation, this requirement shall be fulfilled when the equipment is properly installed. This means that the insulation (basic, supplementary or reinforced) and the protective impedance, if relevant, shall be provided either by the manufacturer or during installation as specified by the manufacturer or responsible vendor in his instructions.

NOTE Arrangements providing equivalent fault protection may be defined by technical committees along with requirements appropriate to the nature of the equipment and its application.

7.3.1.2 All conductive parts which are separated from hazardous-live-parts by basic insulation only or by constructional arrangements providing equivalent protection shall be separated from the accessible surface by supplementary insulation or by constructional arrangements providing equivalent protection.

All conductive parts which are not separated from hazardous-live-parts by at least basic insulation shall be treated as if they were hazardous-live-parts, i.e. they shall be separated from the accessible surface in accordance with 7.3.1.1.

7.3.1.3 The enclosure shall not contain any screws or other fixing means of insulating material where these screws or other fixing means need to be removed or are likely to be removed during installation and maintenance and where the replacement of which by metallic screws or other fixing means could impair the insulation required.

7.3.2 Protective bonding

Conductive parts which can be touched and intermediate parts shall not intentionally be connected to any means of connection for a protective conductor.

7.3.2.1 If equipment is provided with means for maintaining the continuity of protective-equipotential-bonding but in all other respects is constructed as class II equipment, such means shall be

- insulated from live parts and accessible conductive parts of the equipment by basic insulation, and
- marked as required for class I equipment.

The equipment shall not be marked with the symbol referred to in 7.3.3.

7.3.2.2 Class II equipment may be provided with means for connection to earth for functional (as distinct from protective) purposes only where such a need is recognized in the relevant IEC standard. Such means shall be insulated from live parts by double or reinforced insulation.

7.3.3 Marking

Class II equipment shall be marked with the graphical symbol no. 5172 of IEC 60417-2, placed adjacent to the supply information, e.g. on the rating plate, in such a way that it is obvious that the symbol is part of the technical information and can in no way be confused with the manufacturer's name or other identification marks.

7.4 Class III equipment

Equipment relying on limitation of voltage to ELV values as provision for basic protection and with no provision for fault protection.

7.4.1 Voltages

7.4.1.1 Equipment shall be designed for a maximum nominal voltage not exceeding 50 V a.c. or 120 V d.c. (ripple-free).

NOTE 1 Ripple-free is conventionally defined as an r.m.s. ripple voltage of not more than 10 % of the d.c. component. Maximum values for non-sinusoidal a.c. voltage are under consideration.

NOTE 2 According to clause 411 of IEC 60364-4-41, class III equipment is accepted only for connection to SELV and PELV systems.

NOTE 3 Technical committees should determine the maximum permitted rated voltage of their products in accordance with IEC 61201 and the specified conditions of use of these products.

7.4.1.2 Internal circuits may operate at any nominal voltage which does not exceed the limits specified in 7.4.1.1.

7.4.1.3 In case of a single fault within the equipment, no steady-state touch voltage which may appear or be generated shall exceed the limits specified in 7.4.1.1.

7.4.2 Protective bonding

Class III equipment shall not be provided with a means of connection for a protective conductor. The equipment may however be provided with means for connection to earth for functional (as distinct from protective) purposes where such a need is recognized in the relevant IEC standard. In any case, provision for the connection of live parts to earth shall not be made in the equipment.

7.4.3 Marking

The equipment shall be marked with the graphical symbol no. 5180 of IEC 60417-2. This requirement does not apply where the means of connection to the supply is so shaped that it can only mate exclusively with a particularly designed SELV or PELV supply arrangement.

Table 1 – Application of equipment in a low-voltage installation

Class of equipment	Equipment marking or instructions	Conditions for connection of the equipment to the installation
Class 0	– Only for use in non-conducting environment; or	Non-conducting environment
	– Protected by electrical separation	Electrical separation provided for each equipment individually
Class I	Marking of the protective bonding terminal with symbol no. 5019 of IEC 60417-2, or letters PE, or colour combination green-yellow	Connect this terminal to the protective-equipotential-bonding of the installation
Class II	Marking with symbol no. 5172 of IEC 60417-2 (double square)	No reliance on installation protective measures
Class III	Marking with symbol no. 5180 of IEC 60417-2 (roman numeral III in a diamond)	Connect only to SELV or PELV systems

7.5 Touch currents, protective conductor currents, leakage currents

NOTE 1 Subclause 7.5 is only applicable to low-voltage installations, systems and equipment.

NOTE 2 The effects of leakage current are currently not considered in this standard.

7.5.1 Touch currents

Measures shall be taken so that accessible parts, when touched, do not give rise to hazards as indicated in the IEC 60479 series. The touch currents shall be measured according to IEC 60990. Where additional touch current is allowed under fault conditions, product committees shall specifically identify in their standards the conditions and the additional current allowed.

NOTE Subclause 6.2.2 of IEC 60990 deals with touch current measurements for class I equipment in case of loss of the protective conductor.

7.5.2 Protective conductor currents

Measures shall be taken in the installation and in equipment to prevent excessive protective conductor currents impairing safety or normal use of the electrical installation. Compatibility shall be ensured for currents of all frequencies supplied to and produced by the equipment.

7.5.2.1 Requirements for the prevention of excessive protective conductor currents of current-using equipment

The requirements for electrical equipment which causes, under normal operating conditions, a current to flow in its protective conductor, shall allow normal use and be compatible with protective provisions. The requirements of 7.5 take into account equipment intended to be supplied by plug and socket-outlet systems, or by a permanent connection, or the case of stationary equipment.

7.5.2.2 Maximum a.c. limits of protective conductor currents of current-using equipment

NOTE A protective conductor current measurement method, which takes into account high-frequency components weighted according to IEC 60479-2, is under consideration by TC74.

Measurements shall be carried out on equipment as delivered.

The following limits are applicable to equipment supplied at rated frequency of 50 Hz or 60 Hz:

- a) Plug-in current using equipment fitted with a single or multiphase plug and socket-outlet system rated up to and including 32 A. Limit values are given in annex B.
- b) Current-using equipment for permanent connection and current using stationary equipment, both without special measures for the protective conductor, or plug-in current using equipment fitted with a single phase or multiphase plug and socket-outlet system, rated more than 32 A. Limit values are given in annex B.
- c) Current-using equipment for permanent connection intended to be connected to a reinforced protective conductor according to 7.5.2.4. Product committees should state the maximum values for the protective conductor current, which in no case shall exceed 5 % of the rated input current per phase.

However, product committees shall consider that, for protective reasons, residual current devices may be provided in the installation, in which case, the protective conductor current shall be compatible with the protective measures provided. Alternatively a transformer with a separate winding and with at least simple separation, shall be used.

7.5.2.3 DC protective conductor current

In normal use, a.c. equipment shall not generate current with a d.c. component in the protective conductor which could affect the proper functioning of residual current devices or other equipment.

NOTE Requirements related to fault currents with d.c. component are under consideration.

7.5.2.4 Provisions in equipment in case of connection to reinforced protective conductor circuits for protective conductor currents exceeding 10 mA

The following shall be provided in the current-using equipment:

- a connecting terminal designed for the connection of a protective conductor, measuring at least of 10 mm² Cu or 16 mm² Al, or
- a second terminal designed for the connection of a protective conductor of the same cross-section as that of the normal protective conductor so as to connect a second protective conductor to the current-using equipment.

7.5.2.5 Information

For equipment intended for permanent connection with reinforced protective conductor, the value of the protective conductor current shall be provided by the manufacturer in his documentation and indication shall be given in the instructions for installation, that the equipment shall be installed as described in 7.5.3.2.

7.5.3 Other requirements

7.5.3.1 Signalling systems

The use of any active conductor, together with the protective conductor as return path for signalling, is not allowed in the electrical installation of buildings.

7.5.3.2 Reinforced protective conductor circuits in installations for protective conductor currents exceeding 10 mA

For current-using equipment intended for permanent connection and having a protective conductor current higher than 10 mA, provision shall be made for a secure and reliable connection with earth such as described in IEC 60364-5-54.

7.6 Safety and boundary clearances and warning labels for high-voltage installations

The design of the installation shall be such as to restrict access to danger zones. For skilled and instructed persons the need for operational and maintenance access shall be taken into account. Where safety distances cannot be achieved, permanent protective facilities shall be installed. Values shall be specified by technical committee(s) for

- barrier clearances,
- obstacle clearances,
- external fences and access doors,
- minimum height and distance from access areas,
- clearances to buildings.

Warning labels shall be prominently displayed on all access doors, fences, barriers and overhead line poles and towers, etc.

8 Special operating and servicing conditions

NOTE Detailed requirements for operation of electrical installations e.g.

- live working,
- de-energized working,
- working close to live parts

are subjects for consideration by appropriate technical committees.

8.1 Devices to be operated manually and components intended to be replaced manually

NOTE 1 Examples include

- devices which need to be reset (e.g. circuit-breakers, overcurrent/overvoltage/undervoltage devices),
- replaceable components (e.g. lamps, fuselinks)

for (re)establishing the function of the installation, system or equipment. Subclause 8.1.1 also applies to access for user maintenance.

NOTE 2 For the purpose of this standard, "manually" means "by hand, with or without a tool".

8.1.1 Devices to be operated or components intended to be replaced by ordinary persons in low-voltage installations, systems and equipment

Protection against any contact with hazardous-live-parts shall be maintained when operating devices or when replacing components.

NOTE It is recognized that certain lampholders and fuseholders, complying with existing standards, do not fulfil this requirement when the components are being replaced.

8.1.1.1 Where installations, systems or equipment incorporate devices which require manual operation, or components which require manual replacement, these devices and components shall be located where no hazardous-live-parts are accessible.

8.1.1.2 Where compliance with 8.1.1.1 is not practicable, protection shall be provided by means which ensure isolation from the electrical supply before access is gained.

8.1.2 Devices to be operated or components intended to be replaced by skilled or instructed persons

Protection against unintentional access to hazardous-live-parts or against unintentional entering the danger zone shall be provided according to 8.1.2.1 and 8.1.2.2 where either

- there are no barriers or enclosures, or
- barriers or enclosures are to be removed by skilled or instructed persons to gain access to devices requiring manual operation or to components requiring replacement.

NOTE Technical committees may restrict the application of this subclause or impose additional requirements and specify the kind of manual operation for which this method of protection is permitted.

8.1.2.1 Location of devices and components

The equipment shall be so designed and installed that the devices and components are accessible and visible to a person who is in a position where he may readily and safely operate the device or replace the component.

NOTE Such positions and relevant information to be supplied by the manufacturer should be specified by technical committees, as appropriate.

If the mounting position of equipment may adversely affect the visibility or access to devices or components in such a way as to cause a hazard, then the required mounting position shall be indicated and observed.

8.1.2.2 Accessibility and operation

The access path to the device and the space needed for its operation shall be such that protection against unintentional contact with hazardous-live-parts or against unintentionally entering the danger zone is provided by an appropriate distance. The distance shall be specified by the technical committee.

Alternatively, where the access path or space has less than the appropriate distance from hazardous-live-parts, obstacles shall be provided. These obstacles shall provide protection against unintentional contact. The degree of protection shall be not less than IPXXB (also complied with by IP2X) of IEC 60529 from the direction of approach to the device or component, and not less than IPXXA (also complied with by IP1X) of IEC 60529 from other appropriate directions.

8.2 Electrical values after isolation

Where protection relies on isolation of hazardous-live-parts from the supply (e.g. when opening enclosures or removing barriers), capacitances shall be automatically discharged so that 5 s after isolation the limit values of voltage specified in 6.5 of IEC 61201 will not be exceeded. If this would interfere with proper functioning of the equipment, a readily visible warning notice shall be provided, indicating the time of discharge to the limit values.

NOTE 1 For particular conditions (e.g. withdrawal of a plug), technical committees may have to specify a shorter time.

NOTE 2 After isolating, particularly with high-voltages, the following effects should be considered:

- capacitors can have high residual charges,
- inductances, e.g. transformer windings, can have a high trapped charge over a relatively long period of time.

8.3 Devices for isolation

8.3.1 General

Devices suitable for isolation shall effectively isolate the circuit concerned from all live supply conductors.

NOTE 1 With regard to low voltage, see also 8.3.2

The position of the contacts or other means of isolation shall, in the isolated position, be either externally visible or clearly and reliably indicated.

NOTE 2 The indication may be achieved by suitable marking to indicate the isolated and closed positions respectively.

Devices suitable for isolation shall be designed and/or erected to prevent unintentional or unauthorized operation.

NOTE 3 Such operation might be caused for example by shocks and vibrations.

8.3.2 Devices for isolation for low voltage

Devices suitable for isolation shall effectively isolate the circuit concerned from all live supply conductors including the neutral. However in TN-S systems where the supply system conditions are such that the neutral conductor can be regarded as being reliably at earth potential, the neutral conductor need not to be isolated.

Devices for isolation shall comply with the following two conditions:

- a) When in the new, clean and dry condition, with the contacts in the position for isolation, the device shall withstand between the line and load terminals, the impulse withstand voltage given in Table 2.

Table 2 – Minimum impulse withstand voltage of devices for isolation related to the nominal voltage

Nominal voltage of the supply system ^a		Minimum impulse withstand voltage ^b	
V		kV	
Three-phase systems	Single-phase systems with middle point	Overvoltage category III	Overvoltage category IV
	120 – 240	3	5
230/400, 277/480		5	8
400/690		8	10
1 000		10	15
^a According to IEC 60038.			
^b Equipment of overvoltage category II and I are not applicable for isolation.			
NOTE 1 For an explanation of the overvoltage categories, see 2.2.2.1.1 of IEC 60664-1:1992.			
NOTE 2 The impulse withstand voltages are referred to an altitude of 2 000 m.			

- b) The leakage current across open poles shall under no circumstances exceed:

- 0,5 mA per pole in the new, clean and dry condition, and
- 6 mA per pole, at the end of the conventional service life of the device,

when tested across the terminals of each pole with a voltage value equal to 110 % of the voltage between line to neutral corresponding to the rated voltage of equipment, when the starpoint or midpoint of the supply is connected to earth. In all other cases the voltage value shall be equal to 110 % of the line-to-line voltage of the supply system.

In the case of d.c. testing, the value of the d.c. voltage shall be the same as the r.m.s. value of the a.c. test voltage.

NOTE Tests to verify this requirement may be specified by the relevant technical committee.

8.3.3 Devices for isolation for high voltage

8.3.3.1 General

Every isolating device shall be suitable for the assigned purpose.

All general requirements, e.g. earthing arrangements and if necessary the special requirements of the location, e.g. altitude, shall be stated and taken into consideration.

In addition live conductors of each part of the installation, when isolated from the other parts of the installation, shall be short-circuited and earthed.

The corresponding specifications for the assigned equipment shall be designed taking into account the network configuration, the local particular conditions and the experiences of operation and maintenance.

It shall be considered that the expected electrical stresses are not only the stresses found in normal operation, but also additional stresses, for example in case of a short-circuit fault.

Lightning and switching overvoltages shall be also taken into consideration.

Mechanical, climatic and other special stresses which belong to external influences at the site of installation shall be considered during the design process of the equipment.

NOTE 1 Besides these stresses, it is important to pay attention to IEC 60071-1, insulation co-ordination, by the selection of a suitable switching device.

To avoid unintentional operation, a locking of the isolating device for safety reasons shall be available in the "on" and "off" position.

NOTE 2 For the construction or installation of devices for isolation it should be taken into consideration that electric arcs or hot ionizing gases may be generated when switching off. Therefore equipment should be designed or installed in such a way that ionized gas released during switching does not result in damage to the equipment or in danger to operating personnel. This is valid also if there is a secondary flashover by ionization to parts which are not live parts.

8.3.3.2 Characteristics of devices for isolation

The rated impulse withstand voltage levels across the isolating distance shall be higher than the rated impulse withstand voltage level for line-to-line or line-to-earth insulation (see IEC 62271-102).

For safety reasons, devices for isolation shall be designed so that any earth leakage current which may flow from one contact to the terminal on the other side of the isolator is limited to an acceptable level. This safety requirement is fulfilled, if this leakage current is reliably dissipated to earth via a special connector.

NOTE 1 For devices for isolation which contain a dielectric different from air with atmospheric pressure, the dielectric conditions for the isolating distance may be agreed between manufacturer and user.

NOTE 2 Tests for verification of the effectiveness of the protection against pollution and the performance of the insulation materials with regard to leakage current should be considered.

NOTE 3 For high voltage rated impulse withstand voltages, see IEC 60071-1.

Annex A (informative)

Survey of protective measures as implemented by protective provisions

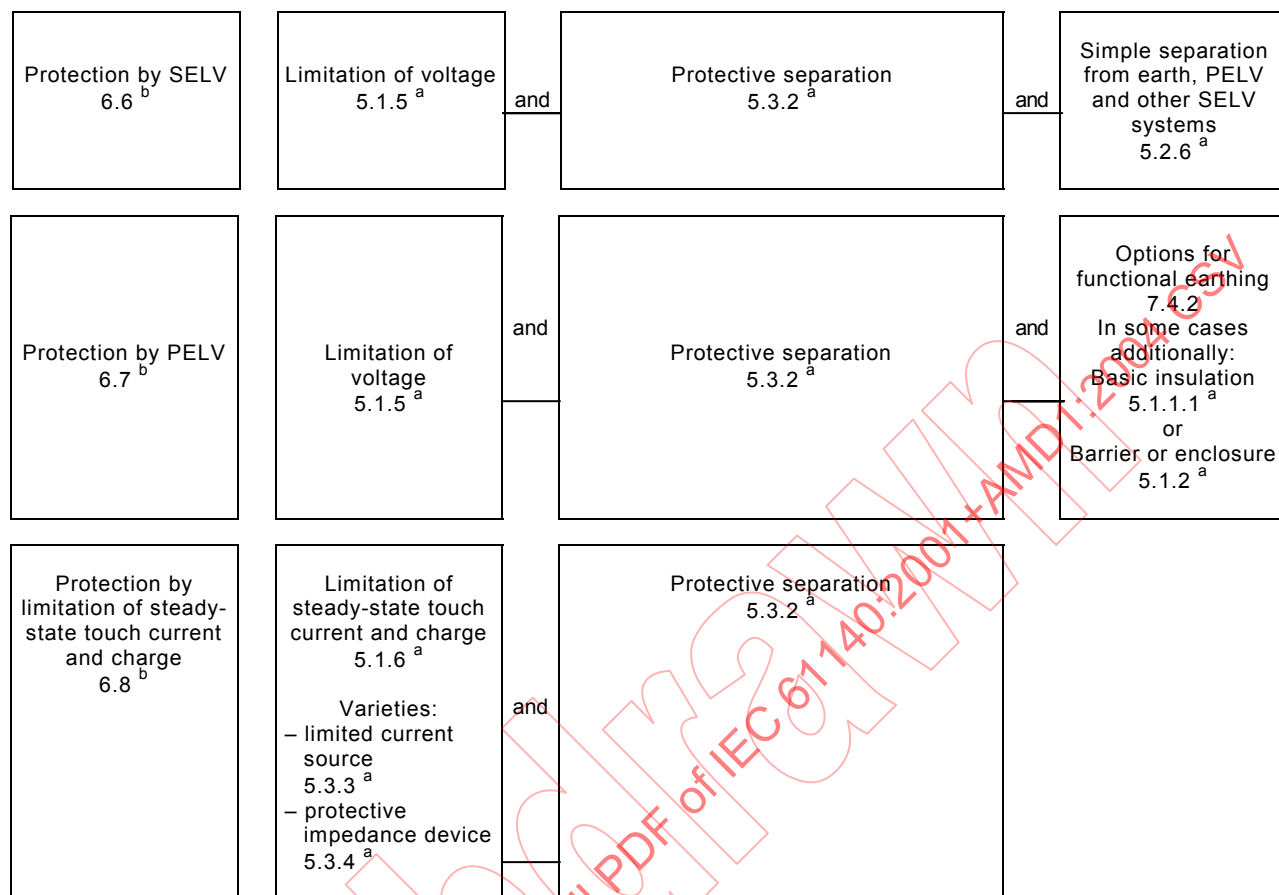
NOTE It should be noted that not all of the protective provisions are applicable to both low-voltage and high-voltage.

	BASIC PROTECTION (4.1)		FAULT PROTECTION (4.2)
	Protection in absence of a fault		Protection in case of a single fault
Protection by double or reinforced insulation 6.2 ^b	Reinforced insulation 5.3.1 ^a		
	Basic insulation Varieties See below	and	Supplementary insulation 5.2.1 ^a
Protection by equipotential bonding 6.3 ^b	Basic insulation Varieties: – (solid) basic insulation 5.1.1.1 ^a – basic insulation • inside barriers or enclosures 5.1.2 ^a • behind obstacles 5.1.3 ^a – placing out of arm's reach 5.1.4 ^a	and	Protective equipotential bonding 5.2.2 ^a Varieties: one or a suitable combination of – Protective equipotential bonding (in the installation) – Protective equipotential bonding (in equipment) – Protective conductor – PEN conductor – Protective screening 5.2.3 ^a
Protection by automatic disconnection of supply 6.1 ^b	Basic insulation Varieties see above	and	Automatic disconnection of supply 5.2.5 ^a
Protection by electrical separation 6.4 ^b	Basic insulation Varieties See above	and	Simple separation (between circuits) 5.2.6 ^a
Protection by non-conducting environment 6.5 ^b	Basic insulation Varieties See above	and	Non-conducting environment 5.2.7 ^b
Protection by other measures 6.9 ^b	Other provisions 5.1.8 ^a	and	Other provisions 5.2.9 ^a
	Other enhanced protective provisions 5.3.5 ^a		

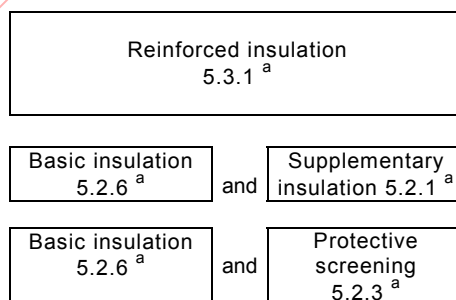
^a Subclause numbers for protective provisions (elements of protective measures).

^b Subclause numbers for protective measures.

Figure A.1 – Protective measures with basic and fault protection



Varieties of protective separation:



IEC 1745/01

^a Subclause numbers for protective provisions (elements of protective measures).

^b Subclause numbers for protective measures.

Figure A.2 – Protective measures with limited values of electrical quantities

Annex B (informative)

Values of maximum a.c. limits of protective conductor currents for cases 7.5.2.2 a) and 7.5.2.2 b)

These values are for consideration by product committees in order to prevent excessive protective conductor currents and to provide co-ordination of electrical equipment and of protective measures within an electrical installation.

Product committees are encouraged to use the lowest practical values of protective conductor current limits.

Product committees should be aware that adoption of limits not exceeding the values below may avoid unwanted tripping of residual current devices in most cases

Values for 7.5.2.2 a):

Values for plug-in, current-using equipment fitted with a single phase or multiphase plug and socket-outlet system, rated up to and including 32 A:

Equipment rated current	Maximum protective conductor current
≤ 4 A	2 mA
> 4 A but ≤ 10 A	0,5 mA/A
> 10 A	5 mA

Values for 7.5.2.2 b):

Values for current-using equipment for permanent connection and current using stationary equipment, both without special measures for the protective conductor, or plug-in, current-using equipment fitted with a single phase or multiphase plug and socket-outlet system, rated more than 32 A:

Equipment rated current	Maximum protective conductor current
≤ 7 A	3,5 mA
> 7 A but ≤ 20 A	0,5 mA/A
> 20 A	10 mA

Annex C (informative)

Index of definitions

Definition	Subclause reference
arm's reach	3.15
automatic disconnection of supply	3.18
barrier, (electrically) protective	3.13
basic insulation	3.10.1
basic protection	3.1.1
bonding, see equipotential bonding	3.16
circuit, (electric)	3.2
(conductive) screen	3.20
(conductive) shield (US)	
conductor	
earthing conductor	3.17.4
grounding conductor (US)	
PEN conductor	3.16.5
protective conductor, PE	3.16.4
danger zone	3.35
disconnection of supply, automatic	3.18
double insulation	3.10.3
earth	3.17
earth electrode	3.17.3
ground electrode (US)	
(local) earth	3.17.2
(local) ground (US)	
reference earth	3.17.1
reference ground (US)	
earthing	
earthing arrangement	3.17.5
earthing conductor	3.17.4
functional earthing	3.17.7
functional grounding (US)	
grounding arrangement (US)	3.17.5
grounding conductor (US)	3.17.4
protective earthing	3.17.6
protective grounding (US)	
(effective) touch voltage	3.8.1
(electric) circuit	3.2
electric shock	3.1
basic protection	3.1.1
fault protection	3.1.2
(electrical) equipment	3.3
electrical separation	3.25

(electrically) instructed person	3.31
(electrically) skilled person	3.30
(electrically) protective barrier	3.13
(electrically) protective enclosure	3.14
(electrically) protective obstacle	3.12
(electrically) protective screen	3.21
(electrically) protective shield (US)	
(electrically) protective screening	3.22
(electrically) protective separation	3.24
(electrically) protective shield (US)	3.21
electrode	
earth electrode	3.17.3
ground electrode (US)	
enclosure, (electrically) protective	3.14
enhanced protective provision	3.19
equipment, (electrical)	3.3
equipotential bonding	3.16
equipotential bonding terminal	3.16.2
PEN conductor	3.16.5
protective bonding terminal	3.16.3
protective conductor PE	3.16.4
protective-equipotential-bonding	3.16.1
exposed-conductive-part	3.6
extra-low-voltage (ELV)	3.26
PELV system	3.26.2
SELV system	3.26.1
extraneous-conductive-part	3.7
fault protection	3.1.2
functional earthing	3.17.7
functional grounding (US)	
grading, potential	3.34
ground electrode (US)	3.17.3
ground, (local) (US)	3.17.2
ground, reference (US)	3.17.1
grounding arrangement (US)	3.17.5
grounding conductor (US)	3.17.4
grounding, functional (US)	3.17.7
grounding, protective (US)	3.17.6
hazardous-live-part	3.5
instructed person	3.31
Insulation	3.10
basic insulation	3.10.1
double insulation	3.10.3
reinforced insulation	3.10.4
Supplementary insulation	3.10.2

leakage current	3.36
limitation of steady-state touch current and charge	3.27
limited-current-source	3.28
live part	3.4
(local) earth	3.17.2
(local) ground (US)	
non-conducting environment	3.11
obstacle, (electrically) protective	3.12
ordinary person	3.32
PELV system	3.26.2
PEN conductor	3.16.5
person:	
instructed person	3.31
skilled person	3.30
ordinary person	3.32
potential grading	3.34
prospective touch voltage	3.8.2
protection:	
basic protection	3.1.1
fault protection	3.1.2
protective barrier	3.13
protective bonding terminal	3.16.3
protective conductor PE	3.16.4
protective conductor current	3.38
protective earthing	3.17.6
protective enclosure	3.14
protective-equipotential-bonding	3.16.1
protective grounding (US)	3.17.6
protective impedance device	3.29
protective obstacle	3.12
protective screen	3.21
protective screening	3.22
protective separation	3.24
protective shield (US)	3.21
protective shielding (US)	3.22
reference earth	3.17.1
reference ground (US)	
reinforced insulation	3.10.4
screen, (conductive)	3.20
screen, protective	3.21
screening, protective	3.22
SELV system	3.26.1
separation	
electrical separation	3.25
(electrically) protective separation	3.24
simple separation	3.23

shield, (conductive) (US)	3.20
shield, protective (US)	3.21
shielding, protective (US)	3.22
shock, electric	3.1
skilled person	3.30
stationary equipment	3.37
step voltage	3.33
supplementary insulation	3.10.2
system	3.39
terminal	
equipotential bonding terminal	3.16.2
protective bonding terminal	3.16.3
touch current	3.9
limitation of steady-state touch current and charge	3.27
limited-current-source	3.28
touch voltage	3.8
(effective) touch voltage	3.8.1
prospective touch voltage	3.8.2
voltage	
step voltage	3.33
touch voltage	3.8

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61140:2001+A1:2004 CSV

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61140:2001+AMD1:2004 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	46
INTRODUCTION	48
1 Domaine d'application	49
2 Références normatives	49
3 Définitions	50
4 Règle fondamentale de protection contre les chocs électriques	58
4.1 Conditions normales	58
4.2 Conditions de simple défaut	58
4.2.1 Protection par deux dispositions de protection indépendantes	59
4.2.2 Protection par une mesure de protection renforcée	59
4.3 Conditions particulières	59
5 Dispositions élémentaires de protection (éléments de mesures de protection)	59
5.1 Dispositions pour la protection principale	60
5.1.1 Isolation principale	60
5.1.2 Barrières ou enveloppes	60
5.1.3 Obstacles	61
5.1.4 Mise hors de volume d'accessibilité au toucher	61
5.1.5 Limitation de la tension	61
5.1.6 Limitation du courant de contact en régime établi et de la charge électrique	61
5.1.7 Gradient de potentiel	62
5.1.8 Autres dispositions	62
5.2 Dispositions de protection en cas de défaut	62
5.2.1 Isolation supplémentaire	62
5.2.2 Liaisons équipotentielle de protection	62
5.2.3 Protection par écran	64
5.2.4 Indication et déconnexion dans les installations et réseaux à haute tension	64
5.2.5 Coupure automatique de l'alimentation	64
5.2.6 Séparation simple (entre circuits)	65
5.2.7 Environnement non conducteur	65
5.2.8 Gradient de potentiel	65
5.2.9 Autres dispositions	65
5.3 Mesures de protection renforcées	65
5.3.1 Isolation renforcée	66
5.3.2 Séparation de protection entre circuits	66
5.3.3 Source à courant limité	66
5.3.4 Impédance de protection	66
5.3.5 Autres dispositions	67
6 Mesures de protection	67
6.1 Protection par coupure automatique de l'alimentation	67
6.2 Protection par isolation double ou renforcée	67
6.3 Protection par équipotentialité	67
6.4 Protection par séparation électrique	67
6.5 Protection par environnement non conducteur (basse tension)	68

6.6	Protection par TBTS	68
6.7	Protection par TBTP	68
6.8	Protection par limitation du courant de contact en régime établi et de la charge électrique.....	69
6.9	Protection par d'autres mesures.....	69
7	Coordination des matériels électriques et des mesures de protection avec l'installation électrique.....	69
7.1	Matériel de classe 0	69
7.1.1	Isolation.....	69
7.2	Matériel de classe I.....	69
7.2.1	Isolation.....	70
7.2.2	Liaisons équipotentielle de protection	70
7.2.3	Surfaces accessibles de parties en matériau isolant.....	70
7.2.4	Connexion d'un conducteur de protection	70
7.3	Matériel de classe II.....	71
7.3.1	Isolation.....	71
7.3.2	Equipotentialité de protection	71
7.3.3	Marquage	72
7.4	Matériel de classe III.....	72
7.4.1	Tensions.....	72
7.4.2	Equipotentialité de protection	72
7.4.3	Marquage	72
7.5	Courants de contact, courants dans le conducteur de protection, courants de fuite.....	73
7.5.1	Courants de contact.....	73
7.5.2	Courants dans le conducteur de protection.....	73
7.5.3	Autres prescriptions	75
7.6	Distances de sécurité et distances de limite et signaux d'avertissement pour installations à haute tension	75
8	Conditions particulières de fonctionnement	75
8.1	Dispositifs à manœuvre manuelle et composants prévus pour être remplacés manuellement	75
8.1.1	Dispositifs à manœuvre manuelle ou composants destinés à être remplacés par des personnes ordinaires dans des installations, réseaux et matériels à basse tension	76
8.1.2	Dispositifs destinés à être manœuvrés manuellement ou composants destinés à être remplacés par des personnes qualifiées ou averties	76
8.2	Valeurs électriques après sectionnement	77
8.3	Dispositifs de sectionnement	77
8.3.1	Généralités	77
8.3.2	Dispositifs de sectionnement en basse tension.....	77
8.3.3	Dispositifs de sectionnement en haute tension	78
	Annexe A (informative) Synthèse des mesures de protection apportées par des dispositions de protection.....	80
	Annexe B (informative) Valeurs maximales des courants alternatifs dans le conducteur de protection dans les cas 7.5.2.2 a) et 7.5.2.2 b).....	82
	Annexe C (informative) Index des définitions	83

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROTECTION CONTRE LES CHOCs ÉLECTRIQUES – ASPECTS COMMUNS AUX INSTALLATIONS ET AUX MATÉRIELS

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61140 a été établie par le comité d'études 64 de la CEI: Installations électriques et protection contre les chocs électriques.

Cette version consolidée de la CEI 61140 comprend la troisième édition (2001) [documents 64/1191/FDIS et 64/1202/RVD] et son amendement 1 (2004) [documents 64/1402/FDIS et 64/1412/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 3.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

Elle a le statut d'une publication fondamentale de sécurité conformément au Guide CEI 104.

Les annexes A, B et C sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61140:2001+AMD1:2004 CSV

INTRODUCTION

La présente Norme internationale est une Norme Fondamentale de Sécurité destinée à être utilisée par les comités techniques lors de l'élaboration de normes en conformité avec les principes du Guide CEI 104 et du Guide ISO/CEI 51.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61140:2001+AMD1:2004 CSV

PROTECTION CONTRE LES CHOCs ÉLECTRIQUES – ASPECTS COMMUNS AUX INSTALLATIONS ET AUX MATÉRIELS

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est applicable à la protection des personnes et des animaux contre les chocs électriques. Elle est destinée à donner des principes fondamentaux et des prescriptions communes aux installations électriques, aux systèmes et aux matériels, ou nécessaires à leur coordination.

Cette norme a été élaborée pour les installations, les systèmes et les matériels sans limite de tension.

NOTE Il y a des articles dans cette norme qui se réfèrent à des systèmes, installations et matériels de basse tension et de haute tension. Pour les besoins de cette norme, la basse tension est n'importe quelle tension nominale jusqu'à et y compris 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu. La haute tension est n'importe quelle tension nominale dépassant 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

Les prescriptions de cette norme ne sont applicables que si elles sont incluses ou sont référencées dans les normes concernées. Elle n'est pas destinée à être utilisée seule.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60038:1983, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60050(131): *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques*

CEI 60050(195):1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*
Amendement 1 (2001)

CEI 60050(351):1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 351: Commande et régulation automatiques*

CEI 60050(826):1982, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 826: Installations électriques des bâtiments*
Amendement 2 (1995)

CEI 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60071-2:1996, *Coordination de l'isolement – Partie 2: Guide d'application*

CEI 60364-4-41: *Installations électriques des bâtiments – Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-4-443:1995, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 44: Protection contre les surtensions – Section 443: Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manoeuvres*

CEI 60364-5-54:1980, *Installations électriques des bâtiments – Cinquième partie: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Chapitre 54: Mises à la terre et conducteurs de protection*

CEI 60364-6-61:1986, *Installations électriques des bâtiments – Sixième partie: Vérification – Chapitre 61: Vérification à la mise en service*

CEI 60417-2, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Partie 2: Dessins originaux*

CEI 60446:1999, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des conducteurs par des couleurs ou par des repères numériques*

CEI 60479-1:1994, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60601 (toutes les parties), *Appareils électromédicaux*

CEI 60601-1:1988, *Appareils électromédicaux – Partie 1: Règles générales de sécurité*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 60721(toutes les parties), *Classification des conditions d'environnement*

CEI 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

CEI 61201:1992, *Très basse tension (TBT) – Valeurs limites*

IEC 62271-102:2001, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

Guide ISO/CEI 51:1999, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

Guide CEI 104:1997, *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

3 Définitions

NOTE Un index des définitions est donné à l'annexe C.

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables.

3.1

choc électrique

effet physiologique résultant du passage d'un courant électrique à travers le corps humain ou celui d'un animal

[VEI 195-01-04]

3.1.1

protection principale

protection contre les chocs électriques en l'absence de défaut

[VEI 195-06-01]

NOTE Pour les installations, réseaux et matériels à basse tension, la protection principale correspond généralement à la protection contre les contacts directs définie dans la CEI 60364-4-41.

3.1.2

protection en cas de défaut

protection contre les chocs électriques dans des conditions de défaut simple

[VEI 195-06-02]

NOTE Pour les installations, réseaux et matériels à basse tension, la protection en cas de défaut correspond généralement dans la CEI 60364-4-41 à la protection contre les contacts indirects, principalement en ce qui concerne un défaut de l'isolation principale.

3.2

circuit (électrique)

ensemble de dispositifs ou de milieux dans lesquels peuvent circuler des courants électriques

[VEI 131-01-01]

NOTE Voir aussi le VEI 826-05-01 pour les installations électriques des bâtiments.

3.3

matériel (électrique)

tout matériel utilisé pour la production, la transformation, le transport, le stockage, la distribution ou l'utilisation de l'énergie électrique, tel que machines, transformateurs, appareillages, appareils de mesure, dispositifs de protection, matériel de canalisation, appareil d'utilisation

[VEI 826-07-01, modifiée]

3.4

partie active

conducteur ou partie conductrice destinée à être sous tension en service normal, y compris le conducteur de neutre, mais par convention, excepté le conducteur PEN, le conducteur PEM ou le conducteur PEL

[VEI 195-02-19]

NOTE 1 Ce concept n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

NOTE 2 Pour les définitions de conducteurs PEM et PEL, voir VEI 195-02-13 et VEI 195-02-14.

3.5

partie active dangereuse

partie active qui peut provoquer, dans certaines conditions, un choc électrique nuisible

[VEI 195-06-05]

NOTE En haute tension, une tension dangereuse peut être présente à la surface d'une isolation solide. Dans ce cas, la surface est considérée comme une partie active dangereuse.

3.6

partie conductrice accessible masse (dans une installation)

partie conductrice d'un matériel susceptible d'être touchée et qui n'est pas normalement sous tension mais peut le devenir lorsque l'isolation principale est défailante

[VEI 195-06-10]

NOTE Une partie conductrice d'un matériel électrique qui ne peut être mise sous tension que par l'intermédiaire d'une masse qui est devenue sous tension n'est pas considérée comme une masse.

3.7

élément conducteur étranger

partie conductrice ne faisant pas partie de l'installation électrique et susceptible d'introduire un potentiel électrique, généralement celui d'une terre locale

[VEI 195-06-11]

3.8 **tension de contact**

3.8.1 **tension de contact (effective)**

tension entre des parties conductrices touchées simultanément par une personne ou un animal

NOTE La valeur de la tension de contact effective peut être sensiblement influencée par l'impédance de la personne ou de l'animal en contact électrique avec ces parties conductrices.

[VEI 195-05-11]

3.8.2 **tension de contact présumée**

tension apparaissant entre les parties conductrices simultanément accessibles quand ces parties conductrices ne sont pas touchées par une personne ou un animal

[VEI 195-05-09]

3.9 **courant de contact**

courant électrique passant dans le corps humain ou dans le corps d'un animal lorsque ce corps est en contact avec une ou plusieurs parties accessibles d'une installation ou de matériels

[VEI 195-05-21]

3.10 **isolation**

NOTE L'isolation peut être solide, liquide ou gazeuse (par exemple l'air), ou une combinaison de celles-ci.

3.10.1 **isolation principale**

isolation des parties actives dangereuses qui assure la protection principale

NOTE Ce concept n'est pas applicable à l'isolation utilisée exclusivement à des fins fonctionnelles.

[VEI 195-06-06]

3.10.2 **isolation supplémentaire**

isolation indépendante prévue, en plus de l'isolation principale, en tant que protection en cas de défaut

[VEI 195-06-07]

3.10.3 **double isolation**

isolation comprenant à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire

[VEI 195-06-08]

3.10.4 **isolation renforcée**

isolation des parties actives dangereuses assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à celui d'une double isolation

NOTE L'isolation renforcée peut comporter plusieurs couches qui ne peuvent pas être essayées séparément en tant qu'isolation principale ou isolation supplémentaire.

[VEI 195-06-09]

3.11**environnement non conducteur**

disposition par laquelle une personne ou un animal touchant une partie conductrice accessible qui est devenue une partie active dangereuse est protégée par l'impédance élevée de son environnement (par exemple murs et sols isolants) et par l'absence de parties conductrices mises à la terre

[VEI 195-06-21]

3.12**obstacle de protection (électrique)**

élément empêchant un contact direct fortuit mais ne s'opposant pas à un contact direct par une action délibérée

[VEI 195-06-16]

NOTE Un contact direct est défini dans le VEI 195-06-03.

3.13**barrière de protection (électrique)**

partie assurant la protection contre les contacts directs dans toute direction habituelle d'accès

[VEI 195-06-15]

NOTE Un contact direct est défini dans le VEI 195-06-03.

3.14**enveloppe de protection (électrique)**

enveloppe électrique entourant les parties internes des matériels et empêchant, dans toutes les directions, l'accès aux parties actives dangereuses

[VEI 195-06-14]

NOTE De plus, une enveloppe procure généralement une protection contre les influences internes et externes, par exemple entrée de poussière, d'eau, ou une protection contre les chocs mécaniques.

3.15**volume d'accessibilité au toucher**

zone s'étendant entre tout point de la surface où les personnes se tiennent et circulent habituellement, et la limite qu'une personne peut atteindre avec la main, dans toutes les directions, sans moyen auxiliaire

[VEI 195-06-12]

3.16**liaison équipotentielle**

mise en œuvre de liaisons électriques entre parties conductrices pour réaliser l'équipotentialité

[VEI 195-01-10]

NOTE L'efficacité d'une liaison équipotentielle peut dépendre de la fréquence du courant qui y circule.

3.16.1**liaison équipotentielle de protection**

liaison équipotentielle prévue pour des raisons de sécurité (par exemple protection contre les chocs électriques)

[VEI 195-01-15 modifiée]

NOTE Une liaison équipotentielle fonctionnelle est définie dans le VEI 195-01-16.

3.16.2**borne d'équipotentialité**

borne dont un matériel ou un dispositif est muni, et destinée à être connectée électriquement au réseau de liaison équipotentielle

[VEI 195-02-32]

3.16.3

borne d'équipotentialité de protection

borne destinée à des fins d'équipotentialité de protection

3.16.4

conducteur de protection, PE

conducteur prévu à des fins de sécurité, par exemple pour la protection contre les chocs électriques

[VEI 195-02-09]

3.16.5

conducteur PEN

conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur de protection et de conducteur neutre

[VEI 195-02-12, modifiée]

3.17

terre

NOTE La notion de terre se réfère à la planète et à toute la matière dont elle est composée.

3.17.1

terre de référence

partie de la terre considérée comme conductrice, dont le potentiel électrique est pris, par convention, égal à zéro, étant hors de la zone d'influence de toute installation mise à la terre

[VEI 195-01-01]

3.17.2

terre (locale)

partie de la terre en contact électrique avec une électrode de terre, et dont le potentiel électrique n'est pas nécessairement égal à zéro

[VEI 195-01-03 modifiée]

3.17.3

prise de terre

électrode de terre

partie conductrice pouvant être incorporée dans un milieu conducteur particulier, par exemple béton ou coke, en contact électrique avec la terre

[VEI 195-02-01]

3.17.4

conducteur de (mise à la) terre

conducteur assurant un chemin conducteur, ou une partie du chemin conducteur, entre un point donné d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel et une prise de terre

[VEI 195-02-03]

3.17.5

installation de mise à la terre

ensemble des liaisons électriques et dispositifs mis en œuvre dans la mise à la terre d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel

[VEI 195-02-20]

NOTE Cela peut être une disposition locale limitée de prises de terre conductrices interconnectées en haute tension.

3.17.6**mise à la terre de protection**

action de mettre à la terre un ou plusieurs points d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel à des fins de sécurité électrique

[VEI 195-01-11]

3.17.7**mise à la terre pour des raisons fonctionnelles**

mise à la terre d'un ou de plusieurs points d'un schéma, d'une installation ou d'un matériel pour des raisons autres que la sécurité électrique

[VEI 195-01-13]

3.18**coupure automatique de l'alimentation**

interruption d'un ou de plusieurs conducteurs de ligne provoquée par le fonctionnement automatique d'un dispositif de protection en cas de défaut

[VEI 195-04-10]

NOTE Cela ne signifie pas nécessairement la coupure de tous les conducteurs du réseau d'alimentation.

3.19**mesure de protection renforcée**

mesure de protection dont la fiabilité n'est pas moindre que celle fournie par deux dispositions de protection indépendantes

3.20**écran (conducteur)**

partie conductrice qui enveloppe ou sépare des circuits électriques et/ou des conducteurs

[VEI 195-02-38]

3.21**écran de protection (électrique)**

écran conducteur utilisé pour séparer un circuit électrique et/ou des conducteurs des parties actives dangereuses

[VEI 195-06-17]

3.22**protection (électrique) par écran**

séparation de circuits électriques et/ou de conducteurs par rapport aux parties actives dangereuses par un écran de protection électrique relié au réseau de liaisons équipotentielles de protection et destiné à fournir une protection contre les chocs électriques

[VEI 195-06-18]

3.23**séparation simple**

séparation entre circuits ou entre un circuit et la terre par une isolation principale

3.24**séparation (électrique) de protection**

séparation entre un circuit électrique et les autres circuits au moyen:

- d'une double isolation; ou
- d'une isolation principale et d'une protection par écran; ou
- d'une isolation renforcée

[VEI 195-06-19 modifiée]

3.25

séparation électrique

mesure de protection dans laquelle un circuit actif est isolé de la terre et de tout contact vis-à-vis de tous les autres circuits et parties

3.26

très basse tension (TBT)

toute tension ne dépassant pas les limites spécifiées dans la CEI 61201

3.26.1

réseau TBTS

réseau électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la TBT

- dans des conditions normales, et
- dans des conditions de défaut, y compris les défauts à la terre dans les autres circuits

3.26.2

réseau TBTP

réseau électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur TBT

- dans des conditions normales, et
- dans des conditions de défaut, à l'exception des défauts à la terre dans les autres circuits

3.27

limitation du courant de contact en régime établi et de la charge électrique

protection contre les chocs électriques par la conception de circuits ou de matériels de manière que, en fonctionnement normal ou dans des conditions de défaut, le courant de contact en régime établi et la charge soient limités à un niveau non dangereux

[VEI 826-03-16, modifiée]

3.28

source à courant limité

dispositif fournissant de l'énergie électrique alimentant un circuit électrique

- présentant une séparation de protection vis-à-vis des parties actives dangereuses, et
- assurant que le courant de contact en régime établi et la charge sont limités à des niveaux non dangereux en fonctionnement normal ou dans des conditions de défaut

3.29

dispositif d'impédance de protection

composant ou ensemble de composants dont l'impédance et la construction sont telles qu'elles assurent la limitation du courant de contact en régime établi et la charge à des niveaux non dangereux

3.30

personne qualifiée (en électricité)

personne ayant la formation et l'expérience appropriées pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

[VEI 195-04-01]

3.31

personne avertie (en électricité)

personne suffisamment informée ou surveillée par des personnes qualifiées (en électricité) pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

[VEI 195-04-02]

3.32**personne ordinaire**

personne qui n'est ni une personne qualifiée ni une personne avertie

[VEI 195-04-03]

3.33**tension de pas**

tension entre deux points de la surface de la terre distants de 1 m, ce qui est considéré comme la longueur de l'enjambée d'une personne

[VEI 195-05-12]

3.34**gradient de potentiel**

contrôle du potentiel de la terre, plus particulièrement celui de la surface de la terre, au moyen de prise de terre

3.35**zone dangereuse**

dans le cas de la haute tension, zone limitée par une distance minimale autour des parties actives dangereuses ne présentant pas une protection complète contre les contacts directs

NOTE L'entrée dans la zone dangereuse est considérée comme équivalente au contact avec des parties actives dangereuses.

3.36**courant de fuite**

courant électrique qui, dans des conditions normales de fonctionnement, s'écoule à travers un chemin électrique non désiré

[VEI 195-05-15]

3.37**matériel installé à poste fixe**

- matériel fixe; ou
- matériel connecté de manière permanente; ou
- matériel qui, en raison de ses caractéristiques physiques, n'est pas normalement déplacé et est normalement connecté au même socle de prise de courant

3.38**courant dans le conducteur de protection**

courant circulant dans le conducteur de protection

(voir 3.2 de la CEI 60990)

3.39**système**

ensemble d'éléments liés entre eux considérés dans un contexte défini comme un tout et séparé de leur environnement

NOTE 1 Les éléments du système peuvent être à la fois des objets matériels ou des concepts aussi bien que les résultats de ceux-ci (par exemple formes d'organisation, méthodes mathématiques, langages de programmation).

NOTE 2 Le système est considéré comme séparé de l'environnement et des autres systèmes extérieurs par une surface imaginaire qui coupe les liaisons entre eux et le système.

[VEI 351-11-01]

3.40**installation électrique**

ensemble de matériels électriques associés en vue d'une application donnée et ayant des caractéristiques coordonnées

[VEI 826-01-01]

3.41

sectionnement

fonction destinée à assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation électrique en séparant l'installation électrique ou une partie de l'installation électrique, de toute source d'énergie électrique, pour des raisons de sécurité

[VEI 826-08-01]

3.42

tension de tenue aux chocs

valeur de crête la plus élevée d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées

4 Règle fondamentale de protection contre les chocs électriques

Les parties actives dangereuses ne doivent pas devenir accessibles et les parties conductrices accessibles ne doivent pas devenir dangereuses

- ni dans les conditions normales (fonctionnement en usage prévu, voir 3.13 du guide ISO/CEI 51, et absence de défaut),
- ni dans des conditions de simple défaut (voir aussi 2.8 du Guide CEI 104).

NOTE 1 Les règles d'accessibilité pour les personnes ordinaires peuvent être différentes de celles pour les personnes qualifiées ou averties et peuvent aussi changer selon les produits et les emplacements.

NOTE 2 Pour les installations à haute tension, les réseaux et les matériels, l'entrée dans la zone dangereuse est considérée comme équivalente au contact avec des parties actives dangereuses.

La protection dans des conditions normales (voir 4.1) est assurée par une protection principale, et la protection dans des conditions de simple défaut (voir 4.2) est assurée par une protection en cas de défaut.

Les mesures de protection renforcée (voir 4.2.2) assurent la protection dans les deux cas.

4.1 Conditions normales

Afin de satisfaire à la règle fondamentale de protection contre les chocs électriques dans des conditions normales, une protection principale est nécessaire. Les prescriptions pour les dispositions de protection principale sont données en 5.1.

NOTE Pour les installations, systèmes et matériels à basse tension, le terme « protection principale » correspond généralement dans la CEI 60364-4-41 à la protection contre les contacts directs.

4.2 Conditions de simple défaut

Les défauts simples doivent être considérés si

- une partie active accessible non dangereuse est devenue une partie active dangereuse (par exemple en raison d'une défaillance de la limitation du courant de contact en régime établi et de la charge électrique), ou si
- une partie conductrice accessible qui n'est pas sous tension dans des conditions normales est devenue active (par exemple en raison d'une défaillance entre l'isolation principale et les masses), ou si
- une partie active dangereuse est rendue accessible (par exemple par défaillance mécanique d'une enveloppe) ¹.

¹ Il est reconnu que cet aspect n'a pas été traité jusqu'ici. Des prescriptions mécaniques appropriées et des essais seront nécessaires. Ils ne peuvent pas être remplacés par la spécification de paramètres électriques.

Pour satisfaire à la règle fondamentale dans des conditions de simple défaut, une protection en cas de défaut est nécessaire. Cette protection peut être réalisée par

- une mesure de protection complémentaire, indépendante de la mesure de protection principale (voir 4.2.1), ou
- une mesure de protection renforcée (voir 4.2.2) qui assure à la fois une protection principale et une protection en cas de défaut

en prenant en compte toutes les influences appropriées.

Des prescriptions pour des dispositions de protection en cas de défaut sont données en 5.2.

NOTE Pour les installations, systèmes et matériels à basse tension, le terme « protection en cas de défaut » correspond généralement dans la CEI 60364-4-41 à la protection contre les contacts indirects, essentiellement lorsqu'il s'agit d'une défaillance de l'isolation principale.

4.2.1 Protection par deux dispositions de protection indépendantes

Chacune des deux dispositions de protection indépendantes doit être conçue de manière qu'une défaillance ne soit pas susceptible de se produire dans les conditions spécifiées par le comité d'études approprié.

Les deux dispositions de protection indépendantes ne doivent pas avoir une influence l'une sur l'autre de manière que la défaillance de l'une puisse rendre l'autre inopérante.

La défaillance simultanée des deux dispositions de protection indépendantes est improbable et n'est normalement pas à prendre en compte. La confiance repose sur le fait que l'une des deux dispositions de protection demeure effective.

4.2.2 Protection par une mesure de protection renforcée

Les propriétés d'une mesure de protection renforcée doivent être telles que la fiabilité de cette protection soit la même que celle réalisée par deux dispositions de protection indépendantes. Les prescriptions pour des mesures de protection renforcée sont données en 5.3.

4.3 Conditions particulières

Si l'utilisation prévue implique un risque inhérent accru, par exemple pour des emplacements présentant un contact à faible impédance des personnes avec le potentiel de terre, les comités d'études doivent considérer la nécessité éventuelle de spécifier des prescriptions complémentaires de protection. Une telle protection complémentaire peut être prévue dans l'installation, le système ou le matériel.

NOTE Dans le cas d'installations et matériels à basse tension, l'utilisation de dispositifs à courant résiduel, avec un courant résiduel assigné de fonctionnement ne dépassant pas 30 mA, est reconnue comme une protection complémentaire contre les chocs électriques si la protection principale et/ou de défaut n'est pas efficace ou si les utilisateurs ne sont pas attentifs.

Les conséquences de doubles ou même de multiples défauts peuvent devoir être considérées dans des cas particuliers, par les comités d'études.

5 Dispositions élémentaires de protection (éléments de mesures de protection)

Toutes les dispositions élémentaires de protection doivent être conçues et construites pour être effectives pour l'espérance de vie de l'installation, du système ou des matériels lorsqu'ils sont utilisés de manière prévue et maintenus de manière appropriée.

Il convient de prendre en compte l'environnement en utilisant la classification des influences externes décrites dans la CEI 60721. L'attention est particulièrement attirée sur la température ambiante, les conditions climatiques, la présence d'eau, les chocs mécaniques, la compétence des personnes et la surface de contact des personnes ou des animaux avec le potentiel de terre.

Les comités d'études doivent prendre en compte les règles de la coordination de l'isolement. Pour les installations à basse tension, les réseaux et les matériels, ces règles sont données dans la CEI 60664-1 qui donne aussi des règles pour le dimensionnement des distances dans l'air et des lignes de fuite, ainsi que des indications de dimensionnement de l'isolation solide. Pour les installations, réseaux et matériels à haute tension, les prescriptions sont données dans la CEI 60071-1 et la CEI 60071-2.

5.1 Dispositions pour la protection principale

La protection principale doit comprendre une ou plusieurs dispositions qui, dans des conditions normales, doivent empêcher tout contact avec les parties actives dangereuses.

NOTE Les peintures, vernis, laques et produits analogues ne sont en général pas considérés comme constituant une isolation suffisante pour la protection contre les chocs électriques en utilisation normale.

Les paragraphes 5.1.1 à 5.1.8 donnent les dispositions pour la protection principale.

5.1.1 Isolation principale

5.1.1.1 Si une isolation principale solide est utilisée, elle doit empêcher tout contact avec des parties actives dangereuses.

NOTE En cas d'installations et de matériels à haute tension, une tension peut être présente à la surface de l'isolation solide et des précautions supplémentaires peuvent être nécessaires.

5.1.1.2 Si l'isolation principale est assurée par l'air, l'accès aux parties actives dangereuses ou à une zone dangereuse doit être empêché par des obstacles, des barrières ou des enveloppes comme spécifié en 5.1.2 et 5.1.3, ou par mise hors du volume d'accessibilité au toucher comme spécifié en 5.1.4.

5.1.2 Barrières ou enveloppes

5.1.2.1 Les barrières ou les enveloppes doivent empêcher

- dans le cas des installations et matériels à basse tension, l'accès aux parties actives dangereuses en assurant un degré de protection contre les chocs électriques d'au moins IPXXB (qui peut être aussi IP2X) de la CEI 60529;
- dans le cas des installations et matériels à haute tension, l'accès à une zone dangereuse en assurant un degré de protection minimal de IPXXB (qui peut être aussi IP2X) de la CEI 60529.

5.1.2.2 Les barrières et les enveloppes doivent présenter une tenue mécanique, une robustesse et une durabilité suffisantes pour maintenir le degré spécifié de protection, en tenant compte de toutes les influences appropriées internes et externes à l'enveloppe. Elles doivent être solidement fixées.

5.1.2.3 Si la conception et la construction permettent l'enlèvement des barrières, l'ouverture des enveloppes ou l'enlèvement de parties d'enveloppe, l'accès aux parties actives dangereuses ou à une zone dangereuse ne doit être possible que

- par l'usage d'une clé ou d'un outil, ou
- lorsque, après interruption de l'alimentation des parties actives dangereuses et si les enveloppes n'assurent plus la protection, le rétablissement de l'alimentation ne soit possible qu'après la remise en place de barrières ou de parties d'enveloppes ou la fermeture de portes, ou
- si une barrière intermédiaire maintient le degré de protection prescrit, elle ne puisse être enlevée qu'à l'aide d'une clé ou d'un outil.

NOTE Voir aussi l'article 8.

5.1.3 Obstacles

5.1.3.1 Les obstacles sont destinés à protéger les personnes qualifiées ou averties, mais non les personnes ordinaires.

5.1.3.2 Lors du fonctionnement de l'installation, du réseau ou des matériels dans des conditions particulières de fonctionnement ou d'utilisation (voir article 8) , les obstacles doivent empêcher

- dans le cas d'installations et de matériels à basse tension, tout contact non intentionnel avec des parties actives dangereuses;
- dans le cas d'installations et de matériels à haute tension, tout accès non intentionnel à une zone dangereuse.

5.1.3.3 Les obstacles peuvent être démontables sans l'aide d'une clé ou d'un outil; ils doivent cependant être fixés de manière à empêcher tout enlèvement involontaire.

5.1.3.4 Si un obstacle conducteur n'est séparé des parties actives dangereuses que par une isolation principale, il est considéré comme une masse et des dispositions complémentaires de protection en cas de défaut (voir article 6) doivent être prises.

5.1.4 Mise hors de volume d'accessibilité au toucher

5.1.4.1 Si les dispositions spécifiées en 5.1.1.1, 5.1.2, 5.1.3, 5.1.5 et 5.1.6 ne peuvent être appliquées, la mise hors de portée par éloignement peut être appropriée pour empêcher

- dans le cas d'installations et de matériels à basse tension, un accès non intentionnel et simultané avec des parties conductrices entre lesquelles une tension dangereuse peut apparaître,
- dans le cas d'installations et de matériels à haute tension, tout accès non intentionnel à une zone dangereuse.

Des indications doivent être spécifiées par les comités d'études.

NOTE Dans des installations à basse tension, des parties séparées par une distance de plus de 2,5 m sont normalement considérées comme des parties non simultanément accessibles. Si l'accès est limité à des personnes qualifiées ou averties, des distances réduites peuvent être spécifiées.

5.1.4.2 Si une distance peut être réduite par des objets utilisés ou tenus par une personne, tels qu'un outil ou une échelle, les comités d'études doivent spécifier les restrictions appropriées ou indiquer une distance adéquate des parties entre lesquelles une tension dangereuse peut apparaître.

5.1.5 Limitation de la tension

La limitation de la tension doit assurer que la tension entre des parties simultanément accessibles ne dépasse pas les limites TBT spécifiées dans la CEI 61201.

NOTE Cette mesure de protection principale ne se confond pas avec la mesure nécessaire de protection en cas de défaut; voir 6.6 et 6.7.

5.1.6 Limitation du courant de contact en régime établi et de la charge électrique

La limitation du courant de contact en régime établi et de la charge électrique doit empêcher les personnes ou les animaux d'être soumis à des valeurs dangereuses ou perceptibles de ces paramètres.

NOTE Pour les personnes, les valeurs suivantes (valeurs en courant alternatif jusqu'à la fréquence de 100 Hz) sont données pour information.

- Un courant de régime établi s'écoulant entre des parties conductrices simultanément accessibles au travers d'une résistance de 2 000 Ω ne dépassant pas le seuil de perception; des valeurs de 0,5 mA en courant alternatif et de 2 mA en courant continu sont recommandées.
- Des valeurs ne dépassant pas le seuil de la douleur, 3,5 mA en courant alternatif ou 10 mA en courant continu, peuvent être spécifiées.
- Une charge capacitive entre parties conductrices simultanément accessibles non supérieure à 0,5 μC (seuil de perception) est recommandée, et une valeur non supérieure à 50 μC (seuil de la douleur) peut être spécifiée.
- Les comités d'études peuvent spécifier des valeurs plus élevées de charge capacitive et de courant de régime établi pour des parties conçues pour provoquer des réactions (par exemple clôtures électriques). L'attention est portée sur le problème de fibrillation ventriculaire; voir la CEI 60479-1.
- Des valeurs limites de courant alternatif en régime établi sont données pour un courant sinusoïdal de fréquences comprises entre 15 Hz et 100 Hz. Des valeurs pour d'autres fréquences, pour d'autres formes d'ondes et pour des composantes alternatives avec des composantes continues superposées sont à l'étude.
- Les matériels électromédicaux du domaine d'application de la CEI 60601 peuvent nécessiter d'autres valeurs.

5.1.7 Gradient de potentiel

Dans le cas d'installations et de matériels à haute tension, le gradient de potentiel doit empêcher l'apparition de tensions de pas et de tensions de contact dangereuses pour les personnes et les animaux dans des conditions normales en prévoyant une prise de terre de gradient de potentiel.

NOTE Le gradient de potentiel est utilisé typiquement pour les réseaux électriques de chemin de fer où des courants élevés à la terre existent.

5.1.8 Autres dispositions

Toute autre disposition de protection principale doit satisfaire à la règle fondamentale (voir article 4).

5.2 Dispositions de protection en cas de défaut

La protection en cas de défaut doit comprendre une ou plusieurs dispositions indépendantes de et supplémentaires à celles réalisées pour la protection principale.

Les paragraphes 5.2.1 à 5.2.8 donnent des dispositions de protection en cas de défaut.

5.2.1 Isolation supplémentaire

L'isolation supplémentaire doit être dimensionnée pour résister aux mêmes contraintes que celles spécifiées pour l'isolation principale.

5.2.2 Liaisons équipotentielles de protection

Ces liaisons doivent comprendre une des dispositions suivantes ou une combinaison appropriée de deux ou plus de ces dispositions:

- dispositifs de liaison équipotentielle de protection dans les matériels; voir article 7;
- mise à la terre ou non de la liaison équipotentielle de protection dans l'installation (voir note);
- conducteurs de protection (PE);
- conducteur PEN;
- protection par écran;
- point de la source ou neutre artificiel mis à la terre;
- prise de terre (y compris la prise de terre de gradient de potentiel);
- conducteur de terre.

NOTE Dans les installations à basse tension, la mise à la terre des liaisons équipotentielle de protection comprennent essentiellement

- la liaison équipotentielle principale reliée
 - au conducteur principal de protection;
 - au conducteur principal de terre ou à la borne principale de terre;
 - aux canalisations métalliques des services d'alimentation pénétrant dans le bâtiment, par exemple gaz, eau;
 - aux parties métalliques de la structure, réseau de chauffage central ou d'air conditionné s'il existe;
 - à tout écran métallique des câbles (câbles de télécommunication si les propriétaires ou les utilisateurs de ces câbles l'autorisent);
- la liaison équipotentielle supplémentaire reliant toutes les parties conductrices accessibles;
- la liaison équipotentielle locale reliant toutes les parties conductrices accessibles dans un volume local où des conditions spécifiques sont présentes.

Pour les installations ou réseaux à haute tension, la liaison équipotentielle doit être mise à la terre en raison des risques particuliers pouvant être présents, par exemple danger dû à des tensions de contact ou de pas élevées ou de masses devenant actives suite à une décharge électrique. L'impédance de terre ou la disposition de terre doivent être conçues de manière qu'aucune tension de contact dangereuse n'apparaisse. Les masses pouvant devenir actives lors de défauts doivent être mises à la terre.

5.2.2.1 Les parties conductrices accessibles qui peuvent présenter une tension de contact dangereuse en cas de défaillance de la protection principale, par exemple masses et écrans de protection, doivent être reliées au réseau des liaisons équipotentielles de protection.

NOTE Une partie conductrice d'un matériel électrique qui ne peut être mise sous tension que par l'intermédiaire d'une masse devenue sous tension n'est pas considérée comme une masse.

5.2.2.2 Les liaisons équipotentielles de protection de réseau doivent présenter une impédance suffisamment faible pour empêcher toute différence de potentiel dangereuse entre parties en cas de défaillance de l'isolation et, si nécessaire, être utilisées en association avec des dispositifs de protection fonctionnant par courant de défaut (voir 5.2.4). La différence maximale de potentiel et sa durée doivent se fonder sur la CEI 60479-1.

NOTE 1 Cela peut nécessiter l'étude des valeurs relatives d'impédance des divers éléments des liaisons équipotentielles de protection du réseau.

NOTE 2 La différence de potentiel peut ne pas être prise en compte si l'impédance du circuit limite le courant de contact en régime établi dans le cas d'un défaut simple et ne dépasse pas 3,5 mA efficace en courant alternatif pour des fréquences jusqu'à 100 Hz ou 10 mA en courant continu selon les dispositions conformes à la CEI 60990.

NOTE 3 Pour certains environnements et certaines situations, par exemple emplacements médicaux (voir les valeurs limites dans la CEI 60601-1), emplacements très conducteurs, zones humides et emplacements analogues, les valeurs limites nécessitent d'être diminuées.

5.2.2.3 Les éléments des liaisons équipotentielles de protection doivent être dimensionnés pour que les contraintes thermiques et dynamiques pouvant apparaître en cas de courant de défaut ne puissent dégrader les caractéristiques du circuit de protection comme conséquence d'une défaillance ou d'un claquage de l'isolation principale.

NOTE Des dommages locaux n'affectant pas la sécurité, par exemple dus à une partie métallique d'une enveloppe, peuvent être admis à l'emplacement du défaut, conformément aux indications spécifiques données par les comités de produits.

5.2.2.4 Les éléments des liaisons équipotentielles de protection doivent être capables de résister à toutes les influences internes et externes (y compris mécaniques, thermiques et corrosives) qui peuvent être prévues.

5.2.2.5 Les connexions conductrices mobiles, par exemple charnières et glissières, ne doivent pas être considérées comme appartenant au réseau d'équipotentialité de protection sauf si les prescriptions de 5.2.2.2, 5.2.2.3 et 5.2.2.4 sont maintenues.

5.2.2.6 Si un composant d'une installation, d'un système ou des matériels est prévu pour être enlevé, les liaisons équipotentielles de protection pour toute autre partie de l'installation, du système ou des matériels ne doivent pas être interrompues lors de l'enlèvement du composant sauf si l'alimentation électrique de l'autre partie est d'abord interrompue.

5.2.2.7 Avec l'exception indiquée en 5.2.2.8, aucun élément des liaisons équipotentielles de protection ne doit comprendre de dispositif susceptible d'interrompre la continuité électrique ou d'introduire une impédance significative.

NOTE Cette prescription peut être omise par les comités d'études pour la vérification de la continuité des conducteurs de protection ou pour la mesure du courant dans le conducteur de protection.

5.2.2.8 Si des éléments des liaisons équipotentielles de protection peuvent être interrompus par le même coupleur ou socle-prise de courant que les conducteurs d'alimentation correspondants, les liaisons équipotentielles de protection ne doivent pas être interrompues avant les conducteurs d'alimentation. Les liaisons équipotentielles de protection doivent être rétablies avant que les conducteurs d'alimentation soient de nouveau connectés. Ces prescriptions ne sont pas applicables si l'interruption et la reconnexion ne sont possibles que lorsque le matériel est hors tension.

Dans les installations, réseaux et matériels à haute tension, la liaison équipotentielle de protection ne doit pas être interrompue avant que le contact principal n'ait atteint la distance d'isolement, permettant au matériel la tenue à une tension assignée de choc.

5.2.2.9 Les conducteurs des liaisons équipotentielles de protection isolés ou nus doivent être aisément reconnaissables par leur forme, emplacement, marquage ou couleur, à l'exception des conducteurs qui ne peuvent être déconnectés sans destruction, par exemple connexions enroulées et câblages similaires dans les matériels électroniques et les pistes de cartes imprimées. Si l'identification par la couleur est utilisée, ce doit être la combinaison en accord avec la CEI 60446.

5.2.3 Protection par écran

La protection par écran doit comprendre un écran conducteur interposé entre les parties actives dangereuses d'une installation, d'un réseau ou de matériels et leurs parties protégées. L'écran de protection

- doit être relié aux liaisons équipotentielles de protection de l'installation, du réseau ou de matériel afin que leurs interconnexions satisfassent aux prescriptions de 5.2.2, et
- doit satisfaire lui-même aux prescriptions requises pour les éléments des liaisons équipotentielles de protection; voir 5.2.2.2, 5.2.2.3 et 5.2.2.4.

5.2.4 Indication et déconnexion dans les installations et réseaux à haute tension

Un dispositif indiquant les défauts doit être prévu. En fonction de la mise à la terre du conducteur neutre, le courant de défaut doit être interrompu soit manuellement, soit automatiquement (voir 5.2.5). La valeur admise de la tension de contact dépendant de la durée du défaut doit être spécifiée par les comités d'études en se fondant sur la CEI 60479-1.

5.2.5 Coupure automatique de l'alimentation

Pour réaliser la coupure automatique de l'alimentation,

- un réseau de liaisons équipotentielles de protection doit être prévu, et
- un dispositif de protection actionné par le courant de défaut doit couper un ou plusieurs conducteurs de ligne de l'alimentation du matériel, du système ou de l'installation, en cas de défaillance de l'isolation principale.

5.2.5.1 Le dispositif de protection doit interrompre le courant de défaut en un temps spécifié par les comités d'études sur la base de la CEI 60479-1. Pour les installations à basse tension, ce temps est fonction de la tension de contact présumée dans les liaisons équipotentielles de protection.

NOTE Pour des courants de défaut en régime établi qui, en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques, ne nécessitent pas la coupure, une tension de contact conventionnelle limite U_L peut être spécifiée.

5.2.5.2 Le dispositif de protection peut être prévu en tout emplacement approprié de l'installation, du réseau ou des matériels, et doit être choisi en prenant en compte les caractéristiques de la boucle de défaut.

5.2.6 Séparation simple (entre circuits)

La séparation simple entre un circuit ou plusieurs circuits et la terre doit être réalisée par une isolation principale sur tout le circuit et doit être assignée pour la tension présente la plus élevée.

Si un composant relie des circuits séparés, il doit résister aux contraintes électriques spécifiées pour l'isolation qu'il court-circuite et son impédance doit limiter l'écoulement du courant présumé à travers le composant au courant de contact permanent indiqué en 5.1.6.

5.2.7 Environnement non conducteur

Un tel environnement doit présenter une impédance minimale vis-à-vis de la terre de

- 50 k Ω si la tension nominale du réseau n'est pas supérieure à 500 V en courant alternatif ou continu;
- 100 k Ω si la tension nominale du réseau est supérieure à 500 V en courant alternatif ou continu et inférieure à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu (jusqu'à des fréquences de 100 Hz en courant alternatif).

NOTE 1 Des méthodes de mesure de la résistance d'isolement des parois et des planchers sont indiquées à l'annexe A de la CEI 60364-6-61.

NOTE 2 Les valeurs d'impédance pour les tensions plus élevées sont à l'étude.

5.2.8 Gradient de potentiel

Pour réduire la tension de contact et la tension de pas en cas de défaut, la mise en œuvre de prises de terre complémentaires pour assurer le gradient de potentiel peut être utilisée.

NOTE Les prises de terre sont généralement enfouies à une distance de 1 m des matériels ou de toute partie conductrice et à une profondeur de 0,5 m sous le niveau du sol, et sont connectées à la disposition générale de terre.

5.2.9 Autres dispositions

Toute autre mesure de protection en cas de défaut doit satisfaire à la règle fondamentale (voir article 4).

5.3 Mesures de protection renforcées

Une mesure de protection renforcée doit fournir à la fois une protection principale et une protection en cas de défaut.

Les paragraphes 5.3.1 à 5.3.5 donnent ces dispositions.

Des dispositions doivent être prises pour que la protection renforcée ne soit pas susceptible d'être endommagée et qu'un défaut ne puisse pas apparaître.

5.3.1 Isolation renforcée

Une isolation renforcée doit être conçue pour résister aux contraintes électriques, thermiques, mécaniques et d'environnement avec la même fiabilité de protection que celle fournie par une double isolation (isolation principale et isolation supplémentaire, voir 3.10.1 et 3.10.2).

NOTE 1 Cela nécessite des paramètres de conception et d'essais plus sévères que ceux d'une isolation principale.

NOTE 2 Par exemple, pour des applications à basse tension, le dimensionnement d'une isolation renforcée vis-à-vis d'une tension de choc est, si le concept des catégories des surtensions (voir la CEI 60364-4-443 2) est applicable, spécifié pour satisfaire aux prescriptions de la catégorie de surtensions immédiatement supérieure à celle prévue pour une isolation principale.

NOTE 3 L'isolation renforcée est principalement utilisée en basse tension, mais cela n'exclut pas son utilisation dans des installations et matériels à haute tension.

5.3.2 Séparation de protection entre circuits

Une séparation de protection entre un circuit et d'autres circuits doit être réalisée par

- une isolation principale et une isolation supplémentaire, chacune dimensionnée pour la tension présente la plus élevée, par exemple double isolation, ou
- une isolation renforcée (5.3.1) assignée pour la tension présente la plus élevée, ou
- une protection par écran (5.2.3) avec un écran de protection séparé de chaque circuit adjacent par une isolation principale assignée pour la tension du circuit adjacent (voir aussi 6.6, dernier alinéa), ou
- une combinaison de ces dispositions.

Si des conducteurs du circuit séparé cheminent avec des conducteurs des autres circuits dans un câble multiconducteur ou dans un groupement de conducteurs, ils doivent être isolés individuellement ou collectivement, pour la tension présente la plus élevée, de manière à réaliser une double isolation.

Si un composant relie des circuits séparés, il doit satisfaire aux prescriptions des impédances de protection; voir 5.3.4.

5.3.3 Source à courant limité

Une source à courant limité doit être conçue pour ne pas fournir de courants de contact de valeur supérieure aux valeurs limites indiquées en 5.1.6.

Les prescriptions de 5.1.6 sont aussi applicables pour tout défaut susceptible d'apparaître ³ dans un composant simple d'une source à courant limité.

NOTE Il est recommandé que les valeurs limites soient déterminées par les comités d'études concernés.

5.3.4 Impédance de protection

Une impédance de protection doit limiter de façon sûre le courant de contact aux valeurs spécifiées en 5.1.6.

L'impédance de protection doit résister aux contraintes électriques indiquées pour l'isolation qu'elle court-circuite.

² Cette norme sera prochainement remplacée par la CEI 60364-4-44.

³ Par exemple, si les caractéristiques de sécurité appropriées d'un composant sont spécifiées et vérifiées par le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ), une défaillance d'un tel composant n'est pas susceptible de se produire.

Ces prescriptions sont aussi applicables pour tout défaut susceptible d'apparaître ³ dans un composant simple de l'impédance de protection.

5.3.5 Autres dispositions

Toute autre mesure de protection renforcée pour la protection principale et la protection en cas de défauts doit satisfaire à la règle fondamentale (article 4).

6 Mesures de protection

Le présent article décrit les principales mesures de protection et indique celles assurant la protection principale et celles assurant la protection en cas de défaut.

Plusieurs mesures de protection parmi celles décrites ci-dessous peuvent être utilisées dans la même installation, le même réseau et les mêmes matériels.

6.1 Protection par coupure automatique de l'alimentation

Mesure de protection dans laquelle

- la protection principale est assurée par une isolation principale entre les parties actives dangereuses et les masses, et
- la protection en cas de défaut est assurée par la coupure automatique de l'alimentation.

NOTE La coupure automatique de l'alimentation nécessite, conformément à 5.2.5, un réseau de liaisons équipotentielle de protection spécifié en 5.2.2.

6.2 Protection par isolation double ou renforcée

Mesure de protection dans laquelle

- la protection principale est assurée par une isolation principale des parties actives dangereuses, et
- la protection en cas de défaut est assurée par une isolation supplémentaire

ou

- la protection principale et la protection en cas de défaut sont assurées par une isolation renforcée entre les parties actives dangereuses et les parties accessibles (les parties conductrices accessibles et les surfaces accessibles des matériaux isolants).

6.3 Protection par équipotentialité

Mesure de protection dans laquelle

- la protection principale est assurée par une isolation principale entre les parties actives dangereuses et les masses, et
- la protection en cas de défaut est assurée par des liaisons équipotentielles de protection pour empêcher l'apparition de tensions dangereuses entre des masses et des éléments conducteurs simultanément accessibles.

6.4 Protection par séparation électrique

Mesure de protection dans laquelle

- la protection principale est assurée par une isolation principale entre les parties actives dangereuses et les masses du circuit séparé, et
- la protection en cas de défaut est assurée

- par une séparation simple entre les circuits séparés d'une part et les autres circuits et la terre d'autre part, et
- si plusieurs matériels sont connectés au circuit séparé, par une liaison équipotentielle de protection non reliée à la terre et reliée aux masses des circuits séparés.

Une liaison intentionnelle des masses à un conducteur de protection ou à un conducteur de terre n'est pas permise.

NOTE 1 La séparation électrique est essentiellement utilisée pour les installations et matériels à basse tension, mais cela n'exclut pas son utilisation dans des installations et matériels à haute tension.

NOTE 2 La séparation électrique définie en 413.5 de la CEI 60364-4-41 pour les installations à basse tension contient des prescriptions plus sévères.

6.5 Protection par environnement non conducteur (basse tension)

Mesure de protection dans laquelle

- la protection principale est assurée par une isolation principale entre les parties actives dangereuses et les masses, et
- la protection en cas de défaut est assurée par un environnement non conducteur.

6.6 Protection par TBTS

Mesure de protection dans laquelle la protection est assurée par

- limitation de la tension d'un circuit (schéma TBTS), et
- séparation de protection entre le schéma TBTS et tous les circuits autres que TBTS et TBTP, et
- séparation simple entre le schéma TBTS et tout autre schéma TBTS ou TBTP et la terre.

Une liaison intentionnelle des masses à un conducteur de protection ou à un conducteur de terre n'est pas permise.

Dans des emplacements spéciaux où la TBTS est prescrite et où une protection par écran conforme à 5.3.2 est réalisée, l'écran de protection doit être séparé de chaque circuit adjacent par une isolation principale dimensionnée pour la tension présente la plus élevée.

6.7 Protection par TBTP

Mesure de protection dans laquelle la protection est assurée par

- limitation de la tension d'un circuit pouvant être mis à la terre et/ou dont les masses peuvent être mises à la terre (schéma TBTP), et
- séparation de protection entre le schéma TBTP et tous les circuits autres que TBTS ou TBTP.

Si le circuit TBTP est mis à la terre et si la protection par écran conforme à 5.3.2 est utilisée, il n'est pas nécessaire de prévoir une isolation principale entre l'écran de protection et le schéma TBTP.

NOTE 1 Si des parties actives du schéma TBTP sont accessibles simultanément avec des parties conductrices qui, en cas de défaut, peuvent être portées à la tension du circuit primaire, la protection contre les chocs électriques dépend des liaisons équipotentielles de protection entre ces parties conductrices.

NOTE 2 L'utilisation de TBT autres que celles définies en 6.6 et 6.7 n'est pas une disposition de protection.