

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60364-4-41

Quatrième édition
Fourth edition
2001-08

PUBLICATION GROUPÉE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION

Installations électriques des bâtiments –

**Partie 4-41:
Protection pour assurer la sécurité –
Protection contre les chocs électriques**

Electrical installations of buildings –

**Part 4-41:
Protection for safety –
Protection against electric shock**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60364-4-41:2001

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60364-4-41

Quatrième édition
Fourth edition
2001-08

PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION

Installations électriques des bâtiments –

**Partie 4-41:
Protection pour assurer la sécurité –
Protection contre les chocs électriques**

Electrical installations of buildings –

**Part 4-41:
Protection for safety –
Protection against electric shock**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
410 Introduction.....	8
410.1 Domaine d'application.....	10
410.2 Références normatives	10
410.3 Application des mesures de protection pour assurer la sécurité	12
411 Protection contre les contacts directs et contre les contacts indirects	16
411.1 TBTS et TBTP.....	16
411.2 Protection par limitation de l'énergie de décharge	22
411.3 Circuit TBTF	22
412 Protection contre les contacts directs.....	24
412.1 Isolation des parties actives.....	24
412.2 Barrières ou d'enveloppes.....	24
412.3 Obstacles.....	26
412.4 Mise hors de portée par éloignement	26
412.5 Protection complémentaire par dispositifs à courant différentiel-résiduel.....	28
413 Protection contre les contacts indirects.....	28
413.1 Coupure automatique de l'alimentation	28
413.2 Matériels de la classe II ou par isolation équivalente.....	44
413.3 Locaux (ou emplacements) non conducteurs.....	48
413.4 Protection par liaisons équipotentielle locales non reliées à la terre	50
413.5 Séparation électrique.....	50
Annexe A (informative) CEI 60364 – Parties 1 à 6: Restructuration	54
Bibliographie	62
Figure 41C – Volume d'accessibilité	26
Tableau 41A – Temps de coupure maximaux dans le schéma TN.....	34
Tableau 41B – Temps de coupure maximaux dans le schéma IT (deuxième défaut).....	40
Tableau 41C (48A) – Temps de coupure maximaux.....	44
Tableau A.1 – Relations entre les parties restructurées et les parties originales.....	54
Tableau A.2 – Relations entre les numérotations anciennes et nouvelles	58

CONTENTS

FOREWORD	5
410 Introduction	9
410.1 Scope	11
410.2 Normative references	11
410.3 Application of measures of protection against electric shock	13
411 Protection against both direct and indirect contact	17
411.1 SELV and PELV	17
411.2 Protection by limitation of discharge energy	23
411.3 FELV system	23
412 Protection against direct contact	25
412.1 Insulation of live parts	25
412.2 Barriers or enclosures	25
412.3 Obstacles	27
412.4 Placing out of reach	27
412.5 Additional protection by residual current devices	29
413 Protection against indirect contact	29
413.1 Automatic disconnection of supply	29
413.2 Class II equipment or equivalent insulation	45
413.3 Non-conducting location	49
413.4 Protection by earth-free local equipotential bonding	51
413.5 Electrical separation	51
Annex A (informative) IEC 60364 – Parts 1 to 6: Restructuring	55
Bibliography	63
Figure 41C – Zone of arm's reach	27
Table 41A – Maximum disconnecting times for TN systems	35
Table 41B – Maximum disconnecting time in IT systems (second fault)	41
Table 41C (48A) – Maximum disconnecting times	45
Table A.1 – Relationship between restructured and original parts	55
Table A.2 – Relationship between new and old clause numbering	59

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DES BÂTIMENTS –

Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60364-4-41 a été établie par le comité d'études 64 de la CEI: Installations électriques et protection contre les chocs électriques.

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

La série des normes CEI 60364 (parties 1 à 6) est actuellement en restructuration, sans changements techniques, sous une forme simple (voir annexe A).

Sur la décision unanime du Comité d'action (CA/1720/RV (2000-03-21)), les parties de la CEI 60364 établies selon la nouvelle structure, n'ont pas été soumises aux Comités nationaux pour approbation.

Le texte de la présente quatrième édition de la CEI 60364-4-41 est le résultat d'une compilation de, et remplace

- la partie 4-41, troisième édition (1992) et ses amendements 1 et 2 (respectivement de 1996 et 1999),
- la partie 4-46, première édition (1981),
- la partie 4-47, première édition (1981) et son amendement 1 (1993),
- la partie 4-481, première édition (1993).

La présente publication a été élaborée, autant que possible, conformément aux Directives ISO/CEI partie 3.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS OF BUILDINGS –

**Part 4-41: Protection for safety –
Protection against electric shock**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60364-4-41 has been prepared by IEC technical committee 64: Electrical installations and protection against electric shock.

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

The IEC 60364 Series (parts 1 to 6), is currently being restructured, without any technical changes, into a more simple form (see annex A).

According to a unanimous decision by the Committee of Action (CA/1720/RV (2000-03-21)), the restructured parts of IEC 60364 have not been submitted to National Committees for approval.

The text of this fourth edition of IEC 60364-4-41 is compiled from and replaces

- part 4-41, third edition (1992) its amendments 1 and 2 (1996 and 1999 respectively),
- part 4-46, first edition (1981),
- part 4-47, first edition (1981) and its amendment 1 (1993) and
- part 4-481, first edition (1993).

This publication has been drafted, as close as possible, in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annex A is for information only.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2003.
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 60364-4-41:2001

Withdrawn

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2003. At this date, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-4-41:2001

410 (400.1)¹ Introduction

(400.1.1) La partie 4-41 de la CEI 60364 spécifie des prescriptions essentielles pour la protection des personnes, des animaux d'élevage et des biens contre les contacts directs et indirects. L'article 410.3 traite de l'application et de la coordination de ces prescriptions, y compris leur application en liaison avec certaines classes d'influences externes.

La protection peut être assurée par:

- une mesure associant une disposition de protection contre les contacts directs et indirects, ou
- une association d'une disposition de protection contre les contacts directs et d'une disposition de protection contre les contacts indirects.

Les mesures associant la protection contre les contacts directs et indirects sont:

- la TBTS et la TBTP (411.1),
- la limitation de l'énergie de décharge (411.2) (à l'étude),
- la TBTF (411.3).

Les dispositions de protection contre les contacts directs sont:

- l'isolation des parties actives (412.1),
- les barrières ou enveloppes (412.2),
- les obstacles (412.3),
- la mise hors de portée par éloignement (412.4).

Les dispositions de protection contre les contacts indirects sont:

- la coupure automatique de l'alimentation (413.1),
- l'emploi de matériels de la classe II ou par isolation équivalente (413.2),
- les emplacements non conducteurs (413.3),
- les liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre (413.4),
- la séparation électrique (413.5).

Les prescriptions pour une protection complémentaire contre les contacts directs par dispositifs de protection à courant différentiel sont données en 412.5.

(400.1.2, en partie) Les mesures de protection peuvent être applicables à une installation complète, à une partie de l'installation ou à un matériel.

(400.1.3) L'ordre dans lequel les mesures de protection sont spécifiées n'implique pas de hiérarchie.

¹ Dans cette norme, les références entre parenthèses se réfèrent au système précédent de numérotation.

410 (400.1)¹ Introduction

(400.1.1) Part 4-41 of IEC 60364 specifies essential requirements for the protection of persons, livestock and property against direct contact and indirect contact. 410.3 deals with the application and co-ordination of these requirements, including the application in relation to particular classes of external influences.

Protection may be provided by

- a measure which combines protection against direct and indirect contact; or
- the combination of a measure of protection against direct contact and a measure of protection against indirect contact.

The measures which combine protection against direct and indirect contact are

- SELV and PELV (411.1);
- limitation of discharge energy (411.2) (under consideration);
- FELV (411.3).

The measures of protection against direct contact are

- insulation of live parts (412.1);
- barriers or enclosures (412.2);
- obstacles (412.3);
- placing out of reach (412.4).

The measures of protection against indirect contact are

- automatic disconnection of supply (413.1);
- class II equipment or equivalent insulation (413.2);
- non-conducting location (413.3);
- earth-free local equipotential bonding (413.4);
- electrical separation (413.5).

Requirements for additional protection against direct contact by residual current devices are given in 412.5.

(400.1.2, in part) Measures of protection may be applicable to an entire installation, to a part, or to an item of equipment.

(400.1.3) The order in which the measures of protection are specified does not imply any relative importance.

¹ In this standard, references in brackets refer to the previous numbering system.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DES BÂTIMENTS –

Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques

410.1 Domaine d'application

La partie 4-41 de la CEI 60364 décrit comment la protection contre les chocs électriques est prévue en appliquant les mesures appropriées spécifiées en:

- 411 pour la protection contre les contacts directs et contre les contacts indirects, ou
- 412 pour la protection contre les contacts directs, et
- 413 pour la protection contre les contacts indirects.

410.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60364. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60364 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60146-2:1999, *Convertisseurs à semiconducteurs – Partie 2: Convertisseurs auto-commutés à semiconducteurs, y compris les convertisseurs à courant continu directs*

CEI 60364-5-51:1997, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Chapitre 51: Règles communes*

CEI 60364-5-54:1989, *Installations électriques des bâtiments – Cinquième partie: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Chapitre 54: Mise à la terre et conducteurs de protection*

CEI 60364-6 (toutes les parties), *Installations électriques des bâtiments – Partie 6: Vérifications*

CEI 60364-7 (toutes les parties), *Installations électriques des bâtiments – Partie 7: Règles pour les installations et emplacements spéciaux*

CEI 60364-7-704:1989, *Installations électriques des bâtiments – Septième partie: Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Section 704: Installations de chantiers*

CEI 60364-7-705:1984, *Installations électriques des bâtiments – Septième partie: Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Section 705: Installations électriques dans les établissements agricoles et horticoles*

CEI 60439 (toutes les parties), *Ensembles d'appareillage à basse tension*

CEI 60449:1973, *Domaine de tensions des installations électriques des bâtiments*

CEI 60664 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension*

CEI 60742:1983, *Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité – Règles*

ELECTRICAL INSTALLATIONS OF BUILDINGS –

Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock

410.1 Scope

Part 4-41 of IEC 60364 describes how protection against electric shock is provided by application of the appropriate measures as specified in

- 411 for protection against both direct and indirect contact,
- 412 for protection against direct contact,
- 413 for protection against indirect contact.

410.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60364. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60364 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60146-2:1999, *Semiconductor converters – Part 2: Semiconductor converters including direct d.c. converters*

IEC 60364-5-51:1997, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 51: Common rules*

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 (all parts), *Electrical installations of buildings – Part 6: Verification*

IEC 60364-7 (all parts), *Electrical installations of buildings – Part 7: Requirements for special installations or locations*

IEC 60364-7-704:1989, *Electrical installations of buildings – Part 7: Requirements for special installations or locations – Section 704: Construction and demolition site installations*

IEC 60364-7-705:1984, *Electrical installations of buildings – Part 7: Requirements for special installations or locations – Section 705: Electrical installations of agricultural and horticultural premises*

IEC 60439 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 60449:1973, *Voltage bands for electrical installations of buildings*

IEC 60664 (all parts), *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems*

IEC 60742:1983, *Isolating transformers and safety isolating transformers – Requirements*

CEI 61008-1:1996, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel pour usages domestiques et analogues sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé (ID) – Partie 1: Règles générales*

CEI 61009-1:1996, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec protection contre les surintensités incorporée pour installations domestiques et analogues (DD) – Partie 1: Règles générales*

CEI 61140:1997, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

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

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

410.3 (470) Application des mesures de protection pour assurer la sécurité

410.3.1 Généralités

410.3.1.1 (470.1) Des mesures de protection doivent être appliquées dans toute installation, partie d'installation et aux matériels, telles qu'elles sont prescrites en 410.3.

410.3.1.2 (470.2) Le choix et l'application des mesures de protection suivant les conditions d'influences externes doivent être conformes aux règles de 410.3.4.

410.3.1.3 (470.3) La protection doit être assurée:

- soit par le matériel lui-même,
- soit par application d'une mesure de protection lors de la mise en œuvre,
- soit par une combinaison des deux.

410.3.1.4 (400.1.2, en partie) Si certaines conditions de protection ne sont pas respectées, des mesures complémentaires doivent être prises pour s'assurer que de telles associations de dispositions de protection fournissent le même degré de protection que la conformité complète à ces conditions.

NOTE Un exemple d'application de cette règle est donné dans l'article 411.3.

410.1.3.5 (470.4) Des dispositions doivent être prises pour éviter que des mesures de protection différentes adaptées dans la même installation ou la même partie d'installation ne puissent ni s'influencer ni s'annihiler mutuellement.

410.3.2 Mesures de protection contre les contacts directs

410.3.2.1 (471.1) Tout matériel électrique doit faire l'objet de l'une des mesures de protection contre les contacts directs décrites en 411 et 412.

410.3.2.2 (481.2.1) Les mesures de protection par isolation des parties actives (412.1) et par barrières ou enveloppes (412.2) sont applicables dans toutes les conditions d'influences externes.

410.3.2.3 (481.2.2) Les mesures de protection au moyen d'obstacles selon l'article 412.3 ou par mise hors de portée par éloignement selon l'article 412.4 sont admises seulement dans les conditions qui seront données dans la future partie 7 de la CEI 60364 (à l'étude).

IEC 61008-1:1996, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 1: General rules*

IEC 61009-1:1996, *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) – Part 1: General rules*

IEC 61140:1997, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

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

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

410.3 (470) Application of measures of protection against electric shock

410.3.1 General

410.3.1.1 (470.1) Measures of protection shall be applied to every installation, part of an installation, and to equipment, as required by 410.3.

410.3.1.2 (470.2) The choice and application of measures of protection according to conditions of external influence shall be as specified in 410.3.4.

410.3.1.3 (470.3) Protection shall be ensured by

- the equipment itself,
- application of a measure of protection as a process of erection,
- a combination of these two.

410.3.1.4 (400.1.2 in part) If certain conditions of a measure of protection are not satisfied, supplementary measures shall be taken to ensure by such combined measures of protection the same degree of safety as complete compliance with those conditions.

NOTE An example of the application of this rule is given in 411.3.

410.3.1.5 (470.4) It shall be ensured that there is no mutual detrimental influence between different measures of protection applied to the same installation or part of an installation.

410.3.2 Application of measures of protection against direct contact

410.3.2.1 (471.1) All electrical equipment shall be subject to one of the measures of protection against direct contact described in 411 and 412.

410.3.2.2 (481.2.1) The measures of protection by insulation of live parts (412.1) or by barriers or enclosures (412.2) are applicable in all conditions of external influences.

410.3.2.3 (481.2.2) The measures of protection by means of obstacles (412.3) or placing out of reach (412.4) are permitted only under the conditions which will be given in a future part 7 of IEC 60364 (under consideration).

410.3.3 Application des mesures de protection contre les contacts indirects

410.3.3.1 (471.2.1) A l'exception des cas mentionnés en 410.3.3.5, tout matériel doit faire l'objet de l'une des mesures de protection contre les contacts indirects, décrites en 411 et 413, et dans les conditions indiquées de 410.3.3.2 à 410.3.3.4.

410.3.3.2 (471.2.1.1) La mesure de protection par coupure automatique de l'alimentation (article 413.1) doit être appliquée à toute installation, sauf pour les parties d'installation qui font l'objet d'une autre mesure de protection.

410.3.3.3 (471.2.1.2) Lorsque les prescriptions de l'article 413.1 concernant la protection par coupure automatique de l'alimentation sont irréalisables ou non souhaitables, les mesures de protection par disposition d'emplacements non conducteurs (article 413.3) ou par liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre (article 413.4) peuvent être appliquées à certaines parties d'une installation.

410.3.3.4 (471.2.1.3) Les mesures de protection par très basse tension TBTS (article 411.1), par emploi de matériels de classe II ou par isolation équivalente (article 413.2), et par séparation électrique (article 413.5) peuvent être appliquées dans toute installation, habituellement pour certains matériels ou certaines parties d'installation.

410.3.3.5 (471.2.2) Il est permis de se dispenser de mesures de protection contre les contacts indirects dans les cas suivants:

- potelets et parties métalliques en liaison électrique avec eux lorsque ces parties ne sont pas dans le volume d'accessibilité au toucher;
- poteaux en béton armé, dont les armatures ne sont pas accessibles;
- masses qui, du fait de leurs faibles dimensions (environ 50 mm × 50 mm) ou de leur disposition, ne risquent pas d'être saisies ou de venir en contact avec une partie importante du corps humain, dans la mesure où la liaison avec un conducteur de protection serait difficilement réalisable ou peu fiable.
NOTE Cela s'applique, par exemple, aux vis, rivets, plaques signalétiques ainsi qu'aux colliers de fixation des canalisations.
- conduits métalliques ou autres enveloppes métalliques de protection du matériel satisfaisant à l'article 413.2.

410.3.4 Application des mesures de protection en liaison avec les influences externes

410.3.4.1 (481.1.1) Les prescriptions de 410.3.4.2 indiquent les mesures de protection contre les chocs électriques définies dans cette norme qui doivent être appliquées en fonction des conditions d'influences externes déterminantes.

NOTE 1 En pratique, seules les conditions d'influences externes suivantes concernent le choix des mesures de protection contre les chocs électriques:

- BA: qualification des personnes;
- BB: résistance électrique du corps humain;
- BC: contact des personnes avec le potentiel de la terre.

NOTE 2 D'autres conditions d'influences externes n'ont pratiquement pas d'influence sur le choix et l'amélioration des mesures de protection contre les chocs électriques, mais il est recommandé de les prendre en compte pour le choix des matériels (voir tableau 51A de la CEI 60364-5-51).

410.3.4.2 (481.1.2) Lorsque, pour une combinaison donnée d'influences externes, plusieurs mesures de protection sont admises, le choix de la mesure appropriée dépend des conditions locales et de la nature des appareils alimentés.

NOTE Pour des installations particuliers ou des emplacements spéciaux, voir la CEI 60364-7.

410.3.4.3 (481.3.1, en partie) La mesure de protection par coupure automatique de l'alimentation suivant les règles de l'article 413.1 est applicable dans toute installation.

410.3.3 Application of measures of protection against indirect contact

410.3.3.1 (471.2.1) Except as provided in 410.3.3.5, all electrical equipment shall be subject to one of the measures of protection against indirect contact described in 411 and 413, and to the conditions given in 410.3.3.2 to 410.3.3.4.

410.3.3.2 (471.2.1.1) Protection by automatic disconnection of supply (see 413.1) shall be applied to any installation, except to parts of the installation to which another measure of protection is applied.

410.3.3.3 (471.2.1.2) Where the application of the requirements of 413.1 for protection by automatic disconnection of supply is impracticable or undesirable, protection by the provision of a non-conducting location (413.3) or earth-free local equipotential bonding (413.4) may be applied to certain parts of an installation.

410.3.3.4 (471.2.1.3) Protection by SELV (411.1) by the use of class II equipment or equivalent insulation (413.2) and by electrical separation (413.5) may be applied in every installation, usually to certain equipment and certain parts of an installation.

410.3.3.5 (471.2.2) Protection against indirect contact may be omitted for the following equipment:

- overhead line insulator wall brackets and metal parts connected to them (overhead line fittings) if they are not situated within arm's reach;
- steel reinforced concrete poles in which the steel reinforcement is not accessible;
- exposed-conductive-parts which, owing to their reduced dimensions (approximately 50 mm × 50 mm) or their disposition, cannot be gripped or come into significant contact with a part of the human body and provided that connection with a protective conductor could only be made with difficulty or would be unreliable;

NOTE This requirement applies, for example, to bolts, rivets, nameplates and cable clips.

- metal tubes or other metal enclosures protecting equipment in accordance with 413.2.

410.3.4 Application of measures of protection in relation to external influences

410.3.4.1 (481.1.1) The requirements of 410.3.4.2 indicate the measures for protection against electric shock defined in this standard to be applied as a function of assessed conditions of external influences.

NOTE 1 In practice, only the following conditions of external influences are relevant to the selection of measures of protection against electric shock:

- BA: qualification of persons;
- BB: electrical resistance of the human body;
- BC: contact at persons with earth potential.

NOTE 2 Other conditions of external influences have practically no influence on the selection and implementation of measures of protection against electric shock, but should be taken into consideration for the selection of equipment (see IEC 60364-5-51, table 51A).

410.3.4.2 (481.1.2) Where, for a given combination of external influences, several measures of protection are permitted, the selection of the appropriate measure depends on local conditions and the nature of the equipment concerned.

NOTE For special installations or special locations, see IEC 60364-7.

410.3.4.3 (481.3.1 in part) The measure of protection by automatic disconnection of the supply according to 413.1 is applicable in any installation.

410.3.4.4 (481.3.2) Les mesures de protection par l'emploi de matériels de classe II ou par isolation supplémentaire lors de l'installation, suivant l'article 413.2, sont applicables dans toutes les situations, sauf si des limitations sont indiquées dans la CEI 60364-7.

NOTE Pour des raisons de sécurité, il est important que les matériels possèdent les degrés de protection appropriés contre les influences externes.

410.3.4.5 (481.3.3) La mesure de protection dans les locaux non conducteurs n'est admise que dans la condition de 413.3.

410.3.4.6 (481.3.4) La mesure de protection par liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre n'est admise que dans la condition d'influences externes BC 1.

410.3.4.7 (481.3.5) La mesure de protection par séparation électrique est applicable dans toutes les situations. Toutefois, dans la condition BC 4, elle doit être limitée à l'alimentation d'un seul appareil mobile par transformateur.

410.3.4.8 (481.3.6) L'emploi de la TBTS suivant l'article 411.1.4 ou de la TBTP suivant l'article 411.1.5 est considéré comme une mesure de protection contre les contacts indirects dans toutes les situations.

NOTE 1 Dans certains cas, la CEI 60364-7 limite la valeur de la TBT à une valeur inférieure à 50 V, soit V ou 12 V.

NOTE 2 L'emploi de la TBTF nécessite de prendre d'autres mesures de protection contre les contacts indirects (voir 411.3.3).

410.3.4.9 (481.3.7) Dans certaines installations ou parties d'installations, telles que celles situées dans des emplacements où les personnes peuvent être immergées dans l'eau, la partie correspondante de la CEI 60364-7 prescrit des mesures de protection particulières.

411 Protection contre les contacts directs et contre les contacts indirects

411.1 TBTS et TBTP

411.1.1 La protection contre les chocs électriques est considérée comme assurée lorsque:

- la tension nominale ne peut être supérieure à la limite supérieure du domaine I (voir CEI 60449);
- la source d'alimentation est une source aux termes de 411.1.2, et
- toutes les conditions de 411.1.3 sont remplies, ainsi que celles
 - de 411.1.4 pour les circuits non reliés à la terre (TBTS), ou
 - de 411.1.5 pour les circuits reliés à la terre (TBTP).

NOTE 1 Lorsque le circuit est alimenté à partir d'un circuit de tension plus élevée par l'intermédiaire d'autres matériels, tels qu'autotransformateurs, potentiomètres, dispositifs à semiconducteurs, etc., le circuit secondaire ainsi formé est considéré comme faisant partie du circuit primaire et doit être inclus dans la mesure de protection de ce circuit.

NOTE 2 Des limites plus basses peuvent être spécifiées pour certaines influences externes. Voir aussi CEI 60364-7.

NOTE 3 Dans des réseaux à courant continu avec des batteries, les tensions de charge et de flottaison peuvent dépasser la tension nominale, selon le type de batterie. Cela ne nécessite pas de mesures complémentaires de protection. Il est recommandé que la tension de charge ne dépasse pas une valeur maximale de 75 V en courant alternatif ou de 150 V en courant continu suivant le cas, selon les environnements tels que donnés dans le tableau 1 de la CEI 61201.

411.1.2 Sources pour TBTS et TBTP

411.1.2.1 Un transformateur de sécurité conforme à la CEI 60742.

411.1.2.2 Une source de courant assurant un degré de sécurité équivalent à celui d'un transformateur de sécurité décrit en 411.1.2.1 (par exemple moteur-générateur avec enroulements présentant une séparation équivalente).

410.3.4.4 (481.3.2) The measure of protection by use of class II equipment or by equivalent insulation, according to 413.2, is applicable in all situations, unless some limitations are given in IEC 60364-7.

NOTE For safety reasons it is important that the equipment be selected according to the external influences.

410.3.4.5 (481.3.3) The measure of protection by non-conductive location is permitted in accordance with 413.3.

410.3.4.6 (481.3.4) The measure of protection by earth-free local equipotential bonding is permitted only in the condition of external influences BC 1.

410.3.4.7 (481.3.5) The measure of protection by electrical separation is applicable in all situations. However, in condition BC 4, it shall be limited to the supply of one item of mobile apparatus from one transformer.

410.3.4.8 (481.3.6) The use of SELV according to 411.1.4, or PELV according to 411.1.5, is considered as a measure of protection against indirect contact in all situations.

NOTE 1 In certain cases IEC 60364-7 limits the value of the extra-low voltage at a value lower than 50 V, i.e. 25 V or 12 V.

NOTE 2 The use of FELV requires another measure of protection against indirect contact (see 411.3.3).

410.3.4.9 (481.3.7) In certain installations or parts of the installation, for example, in locations where persons may be immersed in water, the corresponding part of IEC 60364-7 requires particular measures of protection.

411 Protection against both direct and indirect contact

411.1 SELV and PELV

411.1.1 Protection against electric shock is deemed to be provided when

- the nominal voltage cannot exceed the upper limit of voltage band I (see IEC 60449),
- the supply is from one of the sources listed in 411.1.2,
- all the conditions of 411.1.3 and, in addition, either
 - 411.1.4 for unearthed circuits (SELV), or
 - 411.1.5 for earthed circuits (PELV) are fulfilled.

NOTE 1 If the system is supplied from a higher voltage system by other equipment such as auto-transformers, potentiometers, semiconductor devices, etc., the output circuit is deemed to be an extension of the input circuit and is protected the measures of protection are applied to the input circuit.

NOTE 2 For certain external influences, lower voltage limits may be required. See also IEC 60364-7.

NOTE 3 In d.c. systems with batteries, the battery charging and floating voltages exceed the battery nominal voltage, depending on the type of battery. This does not require any measures of protection in addition to those specified in this clause. The charging voltage should not exceed a maximum value of 75 V a.c. or 150 V d.c. as appropriate, according to the environmental situation as given in table 1 of IEC 61201.

411.1.2 Sources for SELV and PELV

411.1.2.1 A safety isolating transformer in accordance with IEC 60742.

411.1.2.2 A source of current providing a degree of safety equivalent to that of the safety isolating transformer specified in 411.1.2.1 (e.g. motor generator with windings providing equivalent isolation).

411.1.2.3 Une source électrochimique (piles ou accumulateurs) ou une autre source qui ne dépend pas de circuits de tension plus élevée (par exemple groupe moteur thermique-générateur).

411.1.2.4 Certains dispositifs électroniques conformes aux normes appropriées, dans lesquels des mesures ont été prises pour assurer que, même en cas de défaut interne de ce dispositif, la tension aux bornes de sortie ne peut être supérieure aux limites indiquées en 411.1.1. Des valeurs plus élevées peuvent être admises, si, en cas de contact, direct ou indirect, la tension aux bornes de sortie est immédiatement réduite à ces limites ou au-dessous.

NOTE 1 Des matériels d'essai d'isolement sont des exemples de tels dispositifs.

NOTE 2 Lorsque la tension aux bornes de sortie est plus élevée, la conformité à cette disposition peut être considérée si la tension aux bornes de sortie est à l'intérieur des limites spécifiées en 411.1.1 lorsqu'elle est mesurée avec un voltmètre ayant une résistance interne d'au moins 3 000 Ω .

411.1.2.5 Les sources mobiles, telles que transformateurs de sécurité ou groupes moteur-générateur, doivent être choisies ou installées conformément aux prescriptions de la mesure de protection par emploi de matériels de la classe II ou par isolation équivalente (voir article 413.2).

411.1.3 Conditions d'installation des circuits

411.1.3.1 Les parties actives des circuits TBTS et TBTP doivent être séparées électriquement les unes des autres et séparées des autres circuits. Des dispositions doivent être prises pour assurer une séparation au moins équivalente à celle existant entre les circuits primaire et secondaire d'un transformateur de sécurité.

NOTE 1 Cette prescription ne s'oppose pas à la liaison du circuit TBTP à la terre (voir 411.1.5).

NOTE 2 En particulier, une séparation électrique au moins équivalente à celle prévue entre les enroulements primaire et secondaire d'un transformateur de sécurité est nécessaire entre les parties actives des matériels électriques, tels que les relais, les contacteurs, les interrupteurs auxiliaires, et une partie quelconque d'un circuit de tension plus élevée.

NOTE 3 Les tensions continues pour les circuits TBTS et TBTP générées par un convertisseur à semiconducteur (voir la CEI 60146-2) nécessitent un circuit à tension alternative pour alimenter le redresseur. Cette tension interne est supérieure à celle du circuit à courant continu pour des raisons physiques. Ce circuit n'est pas considéré comme «un circuit à tension plus élevée» au sens de cet article. Entre les circuits internes et une tension externe plus élevée, la séparation électrique est prescrite (voir 3.24 de la CEI 61140).

411.1.3.2 Les conducteurs de tout circuit TBTS et TBTP doivent de préférence être séparés matériellement de ceux de tout autre circuit. Si cela n'est pas possible, une des conditions suivantes doit être remplie:

- les conducteurs des circuits TBTS et TBTP doivent être munis, en plus de leur isolation principale, d'une gaine non métallique;
- les conducteurs des circuits à des tensions différentes doivent être séparés par un écran métallique relié à la terre ou par une gaine métallique reliée à la terre;

NOTE Dans les cas indiqués ci-dessus, l'isolation principale de chacun des conducteurs peut ne correspondre qu'à la tension du circuit considéré.

- un câble multiconducteur ou un groupement de conducteurs peut contenir des circuits à des tensions différentes pourvu que les conducteurs des circuits TBTS et TBTP soient isolés, soit individuellement, soit collectivement, pour la tension la plus élevée mise en jeu.

411.1.3.3 Les prises de courant pour des circuits TBTS et TBTP doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

- les fiches ne doivent pas pouvoir entrer dans les socles alimentés sous d'autres tensions;
- les socles doivent empêcher l'introduction de fiches conçues pour d'autres tensions;
- les socles ne doivent pas comporter de contact de protection.

411.1.2.3 An electrochemical source (e.g. a battery) or another source independent of a higher voltage circuit (e.g. a diesel-driven generator).

411.1.2.4 Certain electronic devices complying with appropriate standards where measures have been taken in order to ensure that, even in the case of an internal fault, the voltage at the outgoing terminals cannot exceed the values specified in 411.1.1. Higher voltages at the outgoing terminals are, however, admitted if it is ensured that, in case of direct or indirect contact, the voltage at the output terminals is immediately reduced to those values or less.

NOTE 1 Examples of such devices include insulation testing equipment.

NOTE 2 Where higher voltages exist at the outgoing terminals, compliance with this clause may be assumed if the voltage at the outgoing terminals is within the limits specified in 411.1.1 when measured with a voltmeter having an internal resistance of at least 3 000 Ω .

411.1.2.5 Mobile sources, e.g. safety isolating transformers or motor generators, shall be selected or erected in accordance with the requirements for protection by the use of class II equipment or by equivalent insulation (see 413.2).

411.1.3 Arrangement of circuits

411.1.3.1 Live parts of SELV and PELV circuits shall be electrically separated from each other and from other circuits. Arrangements shall ensure electrical separation not less than that between the input and the output circuits of a safety isolating transformer.

NOTE 1 This requirement does not exclude the connection of the PELV circuit to earth (see 411.1.5).

NOTE 2 In particular, electrical separation not less than that provided between the input and the output windings of a safety isolating transformer is necessary between the live parts of electrical equipment such as relays, contactors, auxiliary switches and any part of a higher voltage circuit.

NOTE 3 DC voltages for SELV and PELV circuits generated by a semiconductor convertor (see IEC 60146-2) require an internal a.c. voltage circuit to supply the rectifier stack. This internal a.c. voltage exceeds the d.c. voltage for physical reasons. This internal a.c. circuit is not to be considered as a "higher voltage circuit" within the meaning of this clause. Between internal circuits and external higher voltage, circuit protective separation (according to 3.24 of IEC 61140) is required.

411.1.3.2 Circuit conductors of each SELV and PELV system shall preferably be physically separated from those of any other circuit conductors. When this requirement is impracticable, one of the following arrangements is required:

- SELV and PELV circuit conductors shall be enclosed in a non-metallic sheath in addition to their basic insulation;
- conductors of circuits at different voltages shall be separated by an earthed metallic screen or an earthed metallic sheath;

NOTE In the above arrangements, basic insulation of any conductor need only be sufficient for the voltage of the circuit of which it is a part.

- circuits at different voltages may be contained in a multi-conductor cable or other grouping of conductors but the conductors of SELV and PELV circuits shall be insulated, individually or collectively, for the highest voltage present.

411.1.3.3 Plugs and socket-outlets for SELV and PELV systems shall comply with the following requirements:

- plugs shall not be able to enter socket-outlets of other voltage systems;
- socket-outlets shall not admit plugs of other voltage systems;
- socket-outlets shall not have a protective conductor contact.

411.1.4 Prescriptions pour circuits non reliés à la terre (TBTS)

411.1.4.1 Les parties actives des circuits TBTS ne doivent pas être reliées électriquement à la terre, ni à des parties actives, ni à des conducteurs de protection appartenant à d'autres circuits.

411.1.4.2 Les masses ne doivent pas être reliées intentionnellement:

- ni à la terre;
- ni à des conducteurs de protection ou des masses d'autres circuits;
- ni à des éléments conducteurs; toutefois, pour les matériels qui, de par leur disposition, sont forcément reliés à des éléments conducteurs, la présente mesure reste valable si l'on peut être certain que ces parties ne peuvent être portées à un potentiel supérieur à la tension nominale définie en 411.1.1.

NOTE Si des masses de circuits TBTS sont susceptibles de se trouver en contact soit de fait, soit fortuitement, avec des masses d'autres circuits, la protection contre les chocs électriques ne repose plus sur la seule mesure de protection par TBTS, mais sur les mesures de protection dont ces dernières masses font l'objet.

411.1.4.3 Lorsque la tension nominale du circuit est supérieure à 25 V valeur efficace en courant alternatif ou 60 V en courant continu lisse, la protection contre les contacts directs doit être assurée:

- soit par des barrières ou enveloppes présentant au moins un degré de protection IPXXB ou IP2X,
- soit par une isolation pouvant supporter une tension alternative de 500 V en valeur efficace pendant 1 min.

En général, lorsque la tension nominale n'est pas supérieure à 25 V valeur efficace en courant alternatif ou 60 V en courant continu lisse, aucune protection contre les contacts directs n'est nécessaire; toutefois, elle peut être nécessaire pour certaines conditions d'influences externes (à l'étude).

NOTE Le courant continu lisse est défini conventionnellement par un taux d'ondulation non supérieur à 10 % valeur efficace; la valeur maximale de crête n'est pas supérieure à 140 V pour une tension nominale de 120 V en courant continu lisse et 70 V pour une tension nominale de 60 V en courant continu lisse.

411.1.5 Prescriptions pour circuits reliés à la terre (TBTP)

Lorsque les circuits sont reliés à la terre et que la TBTS conforme à 411.1.4 n'est pas requise, il convient de satisfaire aux prescriptions de 411.1.5.1 et de 411.1.5.2.

411.1.5.1 La protection contre les contacts directs doit être assurée:

- soit par des barrières ou enveloppes présentant au moins un degré de protection IPXXB ou IP2X,
- soit par une isolation pouvant supporter une tension alternative de 500 V en valeur efficace pendant 1 min.

411.1.5.2 La protection contre les contacts directs, conformément à 411.1.5.1 n'est pas nécessaire dans un bâtiment ou à l'extérieur de celui-ci si la liaison équipotentielle principale est conforme à 413.1.2, si les masses des matériels TBTP sont reliées à la borne principale de terre par un conducteur de protection et si la tension nominale n'est pas supérieure à:

- 25 V valeur efficace en courant alternatif ou 60 V en courant continu lisse si le matériel est normalement utilisé dans des emplacements secs seulement et si des contacts importants de parties actives avec le corps humain ne sont pas prévus;
- 6 V valeur efficace en courant alternatif ou 15 V en courant continu lisse dans les autres cas.

NOTE La liaison à la terre des circuits peut être réalisée par une liaison appropriée à la terre à l'intérieur de la source elle-même.

411.1.4 Requirements for unearthed circuits (SELV)

411.1.4.1 Live parts of SELV circuits shall not be connected to earth or to live parts or to protective conductors forming part of other circuits.

411.1.4.2 Exposed-conductive-parts shall not be intentionally connected to

- earth, or
- protective conductors or exposed-conductive-parts of another circuit, or
- extraneous conductive parts except that where electrical equipment is inherently required to be connected to extraneous conductive parts, it is ensured that those parts cannot attain a voltage exceeding the nominal voltage specified in 411.1.1.

NOTE If the exposed-conductive-parts of SELV circuits are liable to come into contact, either fortuitously or intentionally, with the exposed-conductive-parts of other circuits, protection against electric shock no longer depends solely on protection by SELV but also on the measures of protection to which the latter exposed-conductive-parts are subject.

411.1.4.3 If the nominal voltage exceeds 25 V a.c. r.m.s. or 60 V ripple-free d.c., protection against direct contact shall be provided by

- barriers or enclosures affording a degree of protection of at least IPXXB or IP2X, or
- insulation capable of withstanding a test voltage of 500 V a.c. r.m.s. for 1 min.

If the nominal voltage does not exceed 25 V a.c. r.m.s. or 60 V ripple-free d.c., protection against direct contact is generally unnecessary; however, it may be necessary under certain conditions of external influences (under consideration).

NOTE "Ripple-free" is conventionally defined for sinusoidal ripple voltage as a ripple content of not more than 10 % r.m.s.: the maximum peak value does not exceed 140 V for a nominal 120 V ripple-free d.c. system and 70 V for a nominal 60 V ripple-free d.c. system.

411.1.5 Requirements for earthed circuits (PELV)

Where the circuits are earthed and when SELV according to 411.1.4 is not required, the requirements of 411.1.5.1 and 411.1.5.2 shall be fulfilled.

411.1.5.1 Protection against direct contact shall be ensured by either

- barriers or enclosures affording a degree of protection of at least IPXXB or IP2X, or
- insulation capable of withstanding a test voltage of 500 V a.c. r.m.s. for 1 min.

411.1.5.2 Protection against direct contact in compliance with 411.1.5.1 is not necessary within or outside a building where main equipotential bonding according to 413.1.2 is provided, and the earthing arrangement and exposed-conductive-parts of the PELV system are connected by a protective conductor to the main earthing terminal, and the nominal voltage does not exceed

- 25 V a.c. r.m.s. or 60 V ripple-free d.c., when the equipment is normally used in dry locations only and large-area contact of live parts with the human body is not to be expected;
- 6 V a.c. r.m.s. or 15 V ripple-free d.c. in all other cases.

NOTE The earthing of circuits may be achieved by an appropriate connection to earth within the source itself.

411.2 Protection par limitation de l'énergie de décharge

A l'étude.

411.3 Circuit TBTF

411.3.1 Généralités

Lorsque, pour des raisons fonctionnelles, il est fait usage de tensions du domaine I mais que toutes les prescriptions de l'article 411.1 relatives à la TBTS ou à la TBTP ne sont pas respectées, et lorsqu'une TBTS ou une TBTP n'est pas nécessaire, il faut prendre les mesures de protection complémentaires décrites en 411.3.2 et 411.3.3 pour assurer aussi bien la protection contre les contacts directs que la protection contre les contacts indirects. Cette combinaison de mesures est dénommée TBTF.

NOTE De telles conditions peuvent, par exemple, se rencontrer lorsque le circuit comporte des matériels (transformateurs, relais, télérupteurs, contacteurs) ne présentant pas un isolement suffisant par rapport à des circuits à tension plus élevée.

411.3.2 Protection contre les contacts directs

Une protection contre les contacts directs doit être assurée:

- soit au moyen de barrières ou enveloppes satisfaisant aux conditions de l'article 412.2,
- soit au moyen d'une isolation correspondant à la tension minimale d'essai requise pour le circuit primaire.

Toutefois, lorsque l'isolation d'un matériel constitutif du circuit TBTF n'est pas capable de supporter la tension minimale d'essai spécifiée pour le circuit primaire, l'isolation des parties accessibles non conductrices doit être renforcée lors de la mise en œuvre de manière à pouvoir supporter une tension d'essai de 1 500 V en courant alternatif, valeur efficace, pendant 1 min.

NOTE La valeur de cette tension pourra être revue ultérieurement et dépendra des résultats de la normalisation internationale (en préparation) qui concerne la coordination de l'isolation à basse tension.

411.3.3 Protection contre les contacts indirects

Une protection contre les contacts indirects doit être assurée:

- soit par la connexion des masses du circuit TBTF au conducteur de protection du circuit primaire, à condition que ce circuit primaire fasse l'objet d'une des mesures de protection par coupure automatique de l'alimentation décrites à l'article 413.1; cela n'empêche pas la connexion d'un conducteur actif du circuit TBTF au conducteur de protection du circuit primaire,
- soit par la connexion des masses des matériels du circuit TBTF au conducteur d'équipotentialité, non relié à la terre, du circuit primaire lorsque, dans ce dernier, la mesure de protection par séparation électrique, selon l'article 413.5, est appliquée.

411.3.4 Prises de courant

Les prises de courant pour des circuits TBTF doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

- les fiches ne doivent pas pouvoir entrer dans les socles alimentés sous d'autres tensions;
- les socles doivent empêcher l'introduction de fiches conçues pour d'autres tensions.

411.2 Protection by limitation of discharge energy

Under consideration.

411.3 FELV system

411.3.1 General

Where, for functional reasons, a voltage within band I is used but all the requirements of 411.1 relating to SELV or PELV are not fulfilled, and where SELV or PELV is not necessary, the supplementary measures described in 411.3.2 and 411.3.3 shall be taken to ensure protection against both direct and indirect contact. This combination of measures is known as FELV.

NOTE Such conditions may, for example, be encountered when the circuit contains equipment (such as transformers, relays, remote-control switches, contactors) insufficiently insulated with respect to circuits at higher voltage.

411.3.2 Protection against direct contact

Protection against direct contact shall be provided by either

- barriers or enclosures in accordance with 412.2, or
- insulation corresponding to the minimum test voltage required for the primary circuit.

Where, however, the insulation of equipment which is part of a FELV circuit is not capable of withstanding the test voltage specified for the primary circuit, the insulation of accessible non-conductive parts of the equipment shall be reinforced during erection so that it can withstand a test voltage of 1 500 V a.c. r.m.s. for 1 min.

NOTE The value of this voltage may be reviewed at a later date depending on the results of international standardization (at present being undertaken) in low-voltage insulation co-ordination.

411.3.3 Protection against indirect contact

Protection against indirect contact shall be provided by either

- connection of the exposed-conductive-parts of the equipment of the FELV circuit to the protective conductor of the primary circuit, provided that the latter is subject to one of the measures of protection by automatic disconnection of supply described in 413.1; this does not preclude the connection of a live conductor of the FELV circuit to the protective conductor of the primary circuit, or
- connection of the exposed-conductive-parts of the equipment of the FELV circuit to the non-earthed equipotential bonding conductor of the primary circuit where protection by electrical separation in accordance with 413.5 is applied to the primary circuit.

411.3.4 Plugs and socket-outlets

Plugs and socket-outlets for FELV systems shall comply with the following requirements:

- plugs shall not be able to enter socket-outlets of other voltage systems, and
- socket-outlets shall not admit plugs of other voltage systems.

412 Protection contre les contacts directs

412.1 Isolation des parties actives

NOTE 1 L'isolation est destinée à empêcher tout contact avec des parties actives de l'installation électrique.

Les parties actives doivent être complètement recouvertes d'une isolation qui ne peut être enlevée que par destruction.

Pour les matériels fabriqués en usine, l'isolation doit être conforme aux prescriptions correspondantes relatives à ces matériels.

Pour les autres matériels, la protection doit être assurée par une isolation capable de supporter, d'une manière durable, les contraintes auxquelles elle peut être soumise, telles que des influences mécaniques, chimiques, électriques et thermiques. Les peintures, vernis, laques et produits analogues ne sont en général pas considérés comme constituant une isolation suffisante dans le cadre de la protection contre les contacts directs.

NOTE 2 Lorsque l'isolation est réalisée au cours de l'installation, il est recommandé que la qualité de cette isolation soit vérifiée par des essais analogues à ceux destinés à vérifier la qualité de l'isolation des matériels semblables fabriqués en usine.

412.2 Barrières ou enveloppes

NOTE Les barrières ou enveloppes sont destinées à empêcher tout contact avec les parties actives de l'installation électrique.

412.2.1 Les parties actives doivent être placées à l'intérieur d'enveloppes ou derrière des barrières possédant au moins le degré de protection IPXXB ou IP2X; toutefois, si des ouvertures plus grandes se produisent pendant le remplacement de parties telles que certaines douilles, prises de courant ou fusibles, ou si des ouvertures plus grandes sont nécessaires pour permettre le bon fonctionnement des matériels conformément aux règles applicables à ces matériels:

- des précautions appropriées doivent être prises pour empêcher les personnes ou les animaux d'élevage de toucher accidentellement les parties actives, et
- on doit s'assurer que, dans la mesure du possible, les personnes sont conscientes du fait que les parties accessibles par l'ouverture sont des parties actives et ne doivent pas être touchées volontairement.

412.2.2 Les surfaces supérieures des barrières ou des enveloppes horizontales qui sont facilement accessibles doivent répondre au moins au degré de protection IPXXD ou IP4X.

412.2.3 Les barrières et enveloppes doivent être fixées de façon sûre et être d'une robustesse et d'une durabilité suffisantes pour maintenir les degrés de protection requis avec une séparation suffisante des parties actives dans les conditions connues de service normal, en tenant compte des influences externes.

412.2.4 Lorsqu'il est nécessaire de supprimer les barrières, d'ouvrir les enveloppes ou d'enlever des parties d'enveloppes, cela ne doit être possible que:

- soit à l'aide d'une clé ou d'un outil,
- soit après mise hors tension des parties actives protégées par ces barrières ou ces enveloppes, la tension ne pouvant être rétablie qu'après remise en place des barrières ou des enveloppes,
- si une deuxième barrière possédant au moins le degré de protection IPXXB ou IP2X est interposée, qui ne peut être enlevée qu'à l'aide d'une clé ou d'un outil et qui empêche tout contact avec les parties actives.

412 Protection against direct contact

412.1 Insulation of live parts

NOTE 1 The insulation is intended to prevent any contact with live parts.

Live parts shall be completely covered with insulation which can only be removed by destruction.

For factory-built equipment, the insulation shall comply with the relevant standard for the electrical equipment.

For other equipment, protection shall be provided by insulation capable of durably withstanding the stresses to which it may be subjected in service such as mechanical, chemical, electrical and thermal influences. Paints, varnishes, lacquers and similar products alone are generally not considered to provide adequate insulation for protection against electric shock in normal service.

NOTE 2 Where insulation is applied during the erection of the installation, the quality of the insulation should be confirmed by tests similar to those which ensure the quality of insulation of similar factory-built equipment.

412.2 Barriers or enclosures

NOTE Barriers or enclosures are intended to prevent any contact with live parts.

412.2.1 Live parts shall be inside enclosures or behind barriers providing at least the degree of protection IPXXB or IP2X except that, where larger openings occur during the replacement of parts, such as certain lampholders, socket-outlets or fuses, or where larger openings are necessary to allow the proper functioning of equipment according to the relevant requirements for the equipment:

- suitable precautions shall be taken to prevent persons or livestock from unintentionally touching live parts; and
- it shall be ensured, as far as practicable, that persons are aware that live parts can be touched through the opening and should not be touched intentionally.

412.2.2 Horizontal top surfaces of barriers or enclosures which are readily accessible shall provide a degree of protection of at least IPXXD or IP4X.

412.2.3 Barriers and enclosures shall be firmly secured in place and have sufficient stability and durability to maintain the required degrees of protection and appropriate separation from live parts in the known conditions of normal service, taking account of relevant external influences.

412.2.4 Where it is necessary to remove barriers or open enclosures or to remove parts of enclosures, this shall be possible only

- by the use of a key or tool, or
- after disconnection of the supply to live parts against which the barriers or enclosures afford protection, restoration of the supply being possible only after replacement or reclosure of the barriers or enclosures, or
- where an intermediate barrier providing a degree of protection of at least IPXXB or IP2X prevents contact with live parts, such a barrier being removable only by the use of a key or tool.

412.3 Obstacles

NOTE Les obstacles sont destinés à empêcher les contacts fortuits avec les parties actives, mais non les contacts volontaires par une tentative délibérée de contournement de l'obstacle.

412.3.1 Les obstacles doivent empêcher:

- soit une approche physique non intentionnelle des parties actives,
- soit les contacts non intentionnels avec les parties actives lors d'interventions sur des matériels sous tension en cours d'exploitation.

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

412.4 Mise hors de portée par éloignement

NOTE La mise hors de portée par éloignement est seulement destinée à empêcher les contacts fortuits avec les parties actives.

412.4.1 Des parties simultanément accessibles se trouvant à des potentiels différents ne doivent pas se trouver à l'intérieur du volume d'accessibilité au toucher (en abrégé: volume d'accessibilité).

NOTE Deux parties sont considérées comme simultanément accessibles si elles sont distantes de moins de 2,50 m (voir figure 41C).

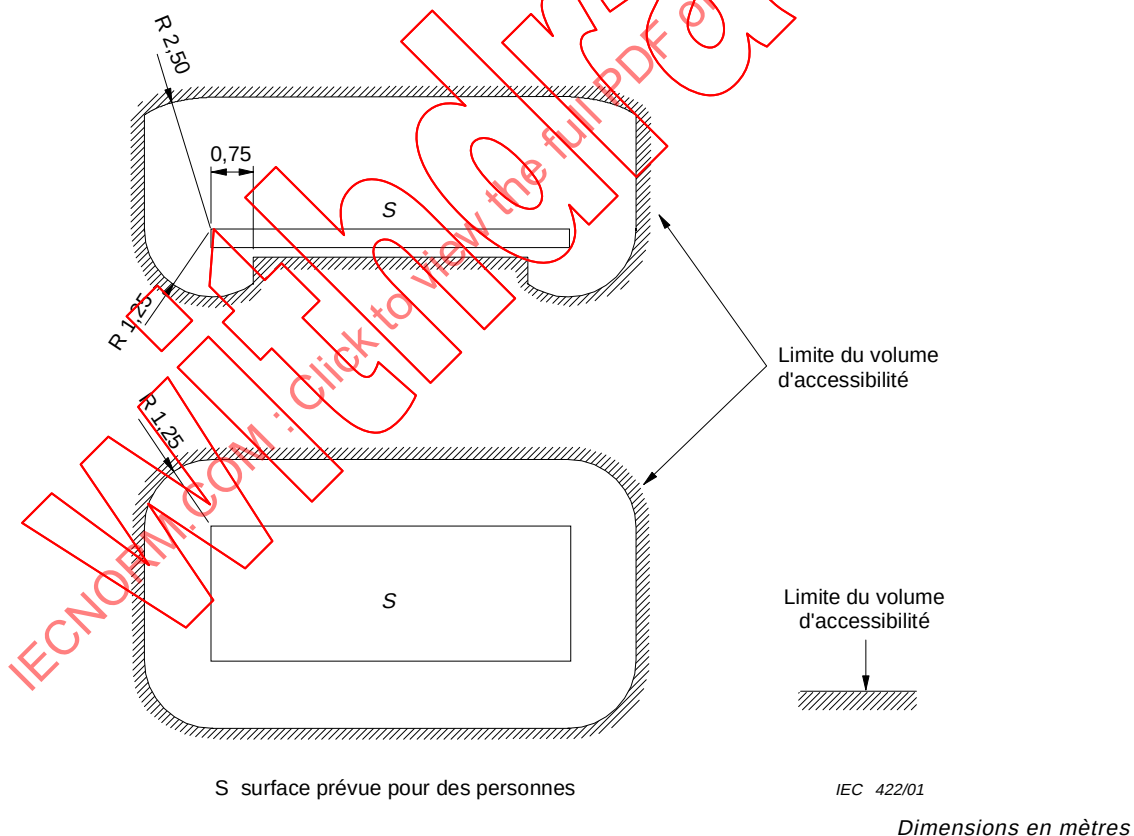


Figure 41C – Volume d'accessibilité

412.3 Obstacles

NOTE Obstacles are intended to prevent unintentional contact with live parts but not intentional contact by deliberate circumvention of the obstacle.

412.3.1 Obstacles shall prevent either

- unintentional bodily approach to live parts, or
- unintentional contact with live parts during the operation of live equipment in normal service.

412.3.2 Obstacles may be removed without using a key or tool but shall be so secured as to prevent unintentional removal.

412.4 Placing out of reach

NOTE Protection by placing out of reach is intended only to prevent unintentional contact with live parts.

412.4.1 Simultaneously accessible parts at different potentials shall not be within arm's reach.

NOTE Two parts are deemed to be simultaneously accessible if they are not more than 2,50 m apart (see figure 41C).

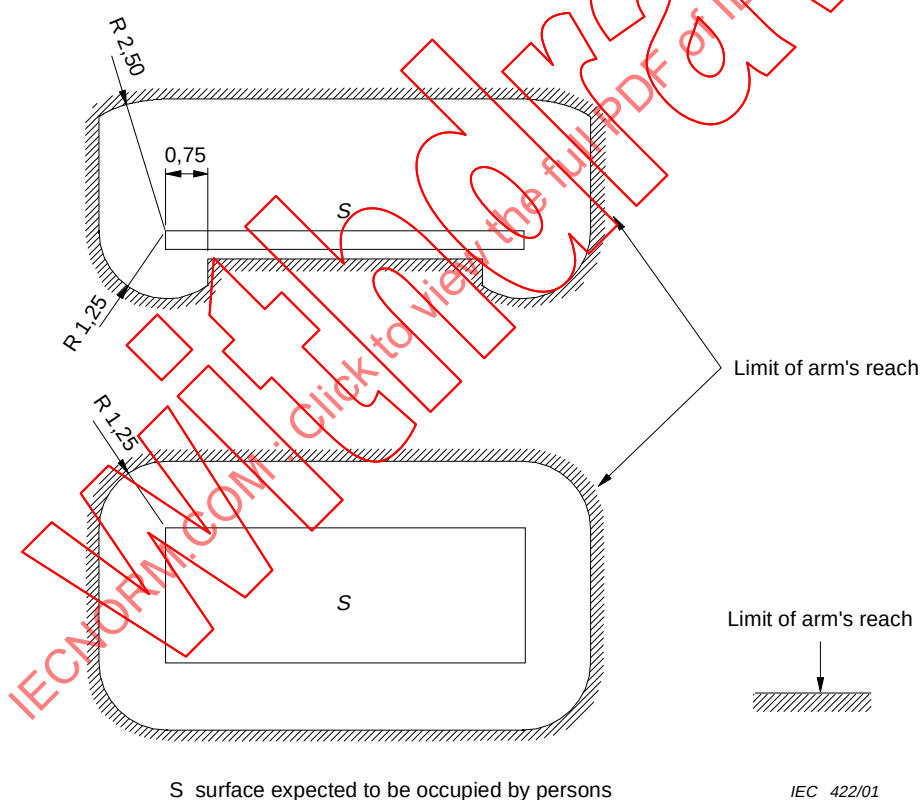


Figure 41C – Zone of arm's reach

412.4.2 Lorsque l'espace dans lequel se tiennent et circulent normalement des personnes est limité dans une direction horizontale par un obstacle (par exemple linteau de protection, rambarde, panneau grillagé) présentant un degré de protection inférieur à IPXXB ou IP2X, le volume d'accessibilité doit commencer à partir de cet obstacle. En direction verticale, le volume d'accessibilité est limité à 2,50 m à partir de la surface *S* sur laquelle se tiennent ou circulent des personnes, sans tenir compte d'obstacles intermédiaires présentant un degré de protection inférieur à IPXXB ou IP2X.

NOTE Les distances du volume d'accessibilité supposent un contact directement avec les mains nues sans intermédiaire (par exemple outil ou échelle).

412.4.3 Dans les emplacements où des objets conducteurs de grande longueur ou volumineux sont couramment manipulés, les distances prescrites en 412.4.1 et 412.4.2 doivent être augmentées en tenant compte des dimensions de ces objets.

412.5 Protection complémentaire par dispositifs à courant différentiel-résiduel

NOTE Cette mesure de protection est seulement destinée à compléter d'autres mesures de protection contre les contacts directs.

412.5.1 L'emploi de dispositifs à courant différentiel-résiduel, dont la valeur du courant différentiel nominal de fonctionnement est inférieure ou égale à 30 mA, est reconnu comme mesure de protection complémentaire en cas de défaillance d'autres mesures de protection contre les contacts ou en cas d'imprudence des usagers.

412.5.2 L'utilisation de tels dispositifs n'est pas reconnue comme constituant en soi une mesure de protection complète et ne dispense nullement de l'emploi d'une des mesures de protection énoncées aux articles 412.1 à 412.4.

412.5.3 Lorsque la protection est assurée par coupure automatique de l'alimentation, des dispositifs différentiels de courant différentiel-résiduel assigné au plus égal à 30 mA doivent protéger les socles de prises de courant assigné au plus égal à 20 A situés à l'extérieur et ceux susceptibles d'alimenter des matériels mobiles utilisés à l'extérieur.

NOTE 1 Lorsqu'une installation alimente des équipements mobiles utilisés à l'extérieur, il est recommandé de prévoir un ou plusieurs socles, situés à l'extérieur selon les besoins.

NOTE 2 D'autres cas où des dispositifs différentiels de courant différentiel assigné au plus égal à 30 mA sont donnés dans la CEI 60364-7.

NOTE 3 Lorsque la protection est assurée par coupure automatique de l'alimentation, des dispositifs différentiels de courant différentiel-résiduel assigné au plus égal à 30 mA sont particulièrement recommandés pour assurer une protection complémentaire conformément à l'article 412.5 pour la protection de socles de prise de courant de courant assigné au plus égal à 20 A destinés à être utilisés par des personnes ni qualifiées, ni averties.

413 Protection contre les contacts indirects

413.1 Coupure automatique de l'alimentation

NOTE 1 La coupure automatique de l'alimentation est prescrite lorsqu'un risque d'effet pathophysiologique dangereux sur une personne peut se produire, en cas de défaut, en raison de la valeur et de la durée de la tension de contact (voir CEI 60479).

NOTE 2 Cette mesure de protection nécessite la coordination entre les schémas des liaisons à la terre et les caractéristiques des conducteurs de protection et des dispositifs de protection.

Des explications sur l'établissement des prescriptions de cette mesure de protection ainsi que des courbes de référence tirées de la CEI 60479 seront fournies dans la CEI/TR 61200-413.

NOTE 3 Des prescriptions complémentaires pour le courant continu sont à l'étude.

412.4.2 If a normally occupied position is restricted in the horizontal direction by an obstacle (e.g. handrail, mesh screen) affording a degree of protection less than IPXXB or IP2X, arm's reach shall extend from that obstacle. In the overhead direction, arm's reach is 2,50 m from the surface *S* not taking into account any intermediate obstacle providing a degree of protection less than IPXXB or IP2X.

NOTE The values of arm's reach apply to contact directly with bare hands without assistance (e.g. tools or ladder).

412.4.3 In places where bulky or long conductive objects are normally handled, the distances required by 412.4.1 and 412.4.2 shall be increased taking account of the relevant dimensions of those objects.

412.5 Additional protection by residual current devices

NOTE The use of residual current devices is intended only to augment other measures of protection against direct contact.

412.5.1 The use of residual current devices with a rated operating residual current not exceeding 30 mA, is recognized as additional protection in case of direct contact in the event of failure of other measures of protection or carelessness by users.

412.5.2 The use of such devices is not recognized as a sole means of protection and does not obviate the need to apply one of the measures of protection specified in 412.1 to 412.4.

412.5.3 Where protection is provided by automatic disconnection of supply, residual current protective devices with rated residual operating current not exceeding 30 mA shall be used to protect socket-outlets with rated current not exceeding 20 A located outdoors, and socket-outlets which may reasonably be expected to supply portable equipment for use outdoors.

NOTE 1 Where an installation is to provide for the use of portable equipment to be used outdoors, it is recommended that one or more socket-outlets, as necessary, be suitably located outdoors.

NOTE 2 Other cases where devices with rated residual operating current not exceeding 30 mA are required are described in IEC 60364-7.

NOTE 3 Where protection is provided by automatic disconnection of supply, the use of residual current protective devices with rated residual operating current not exceeding 30 mA is particularly recommended to provide additional protection according to 412.5 to protect socket-outlets having rated current not exceeding 20 A intended to be used by other than skilled or instructed persons.

413 Protection against indirect contact

413.1 Automatic disconnection of supply

NOTE 1 Automatic disconnection of supply is required where a risk of harmful patho-physiological effects in a person could arise, when a fault occurs, due to the value and duration of the touch voltage (see IEC 60479).

NOTE 2 This measure of protection necessitates co-ordination of the type of system earthing and the characteristics of protective conductors and protective devices.

An explanation of the derivation of the requirements of this measure of protection as well as reference curves derived from IEC 60479 are provided in IEC/TR 61200-413.

NOTE 3 Further requirements for d.c. systems are under consideration.

413.1.1 Généralités

NOTE Des moyens conventionnels permettant de satisfaire aux règles de 413.1.1.1 et 413.1.1.2 sont fournis de 413.1.3 à 413.1.5 suivant le schéma des liaisons à la terre.

413.1.1.1 Coupure de l'alimentation

Un dispositif de protection doit séparer automatiquement de l'alimentation le circuit ou le matériel protégé contre les contacts indirects par ce dispositif de telle façon que, à la suite d'un défaut entre une partie active et une masse dans le circuit ou le matériel, une tension de contact présumée supérieure à 50 V valeur efficace en courant alternatif ou à 120 V en courant continu lisse ne puisse se maintenir pendant un temps suffisant pour créer un risque d'effet physiopathologique dangereux sur une personne en contact avec des parties conductrices simultanément accessibles.

Sans tenir compte de la valeur de la tension de contact, un temps de coupure non supérieur à 5 s est admis dans certaines circonstances suivant le schéma des liaisons à la terre.

NOTE 1 Des valeurs de temps de coupure et de tension supérieures à celles prescrites dans ce paragraphe peuvent être admises dans des installations de production et de distribution d'énergie électrique.

NOTE 2 Des valeurs de temps de coupure et de tension inférieures peuvent être prescrites pour des installations ou des locaux particuliers conformément aux parties correspondantes de la CEI 60364-7 et à l'article 413.3.

NOTE 3 Dans le schéma IT, la coupure automatique n'est pas prescrite en général lors d'un premier défaut (voir 413.1.5).

NOTE 4 Les prescriptions de ce paragraphe sont valables pour des installations alimentées à des fréquences comprises entre 15 Hz et 1 000 Hz et pour un courant continu lisse.

NOTE 5 Le terme «lisse» est conventionnellement défini par un taux d'ondulation non supérieur à 10 % en valeur efficace; pour une tension continue lisse de 120 V, la valeur maximale de crête n'est pas supérieure à 140 V.

413.1.1.2 Mises à la terre

Les masses doivent être reliées à des conducteurs de protection dans des conditions spécifiques à chaque schéma de liaisons à la terre.

Des masses simultanément accessibles doivent être reliées au même système de mise à la terre individuellement, par groupes ou ensemble.

NOTE Pour les dispositions de mise à la terre et les conducteurs de protection, voir la CEI 60364-5-54.

413.1.2 Liaisons équipotentielles

413.1.2.1 Liaison équipotentielle principale

Dans chaque bâtiment, les éléments conducteurs suivants doivent être connectés à la liaison équipotentielle principale:

- conducteur principal de protection;
- conducteur principal de terre ou borne principale de terre;
- canalisation d'alimentation à l'intérieur du bâtiment, par exemple eau, gaz;
- éléments métalliques de la construction, canalisations de chauffage central et de conditionnement d'air, s'il y a lieu.

Lorsque de tels éléments conducteurs proviennent de l'extérieur du bâtiment, ils doivent être reliés aussi près que possible de leur point d'entrée dans le bâtiment.

Les conducteurs de la liaison équipotentielle principale doivent satisfaire aux prescriptions de la CEI 60364-5-54.

La liaison équipotentielle principale doit intéresser les gaines métalliques des câbles de télécommunication. Toutefois l'autorisation des propriétaires ou des utilisateurs de ces câbles doit être obtenue.

413.1.1 General

NOTE Conventional means of compliance with 413.1.1.1 and 413.1.1.2 are given in 413.1.3 to 413.1.5, according to the type of system earthing.

413.1.1.1 Disconnection of supply

A protective device shall automatically disconnect the supply to the circuit or equipment for which the device provides protection against indirect contact so that, in the event of a fault between a live part and an exposed conductive part or a protective conductor in the circuit or equipment, a prospective touch voltage exceeding 50 V a.c. r.m.s. or 120 V ripple-free d.c. does not persist for a time sufficient to cause a risk of harmful physiological effect in a person in contact with simultaneously accessible conductive parts.

Irrespective of the touch voltage, a disconnecting time not exceeding 5 s is permitted under certain circumstances depending on the type of system earthing.

NOTE 1 Higher values of disconnecting time and voltage than those required in this subclause may be admitted in systems for electric power generation and distribution.

NOTE 2 Lower values of disconnecting time and voltage may be required for special installations or locations according to the relevant parts of IEC 60364-7 and 413.3.

NOTE 3 For IT systems, automatic disconnection is not usually required on the occurrence of a first fault (see 413.1.5).

NOTE 4 The requirements of this subclause are applicable to supplies between 15 Hz and 1 000 Hz a.c. and ripple-free d.c.

NOTE 5 The term "ripple-free" is conventionally defined as having a ripple content of not more than 10 % r.m.s.; for 120 V ripple-free d.c., the maximum peak value not exceeding 140 V.

413.1.1.2 Earthing

Exposed-conductive-parts shall be connected to a protective conductor under the specific conditions for each type of system earthing.

Simultaneously accessible exposed-conductive-parts shall be connected to the same earthing system individually, in groups or collectively.

NOTE For earthing arrangements and protective conductors see IEC 60364-5-54.

413.1.2 Equipotential bonding

413.1.2.1 Main equipotential bonding

In each building the following conductive parts shall be connected to the main equipotential bonding:

- main protective conductor;
- main earthing conductor or main earthing terminal;
- pipes supplying services within the building, e.g. gas, water;
- structural metallic parts, central heating and air-conditioning systems, if applicable.

Such conductive parts originating outside the building shall be bonded as close as practicable to their point of entry within the building.

Main equipotential conductors shall comply with IEC 60364-5-54.

The main equipotential bonding shall be made to any metallic sheath of telecommunication cables. However, the consent of the owners or operators of these cables shall be obtained.

413.1.2.2 Liaison équipotentielle supplémentaire

Si les conditions de protection définies en 413.1.1.1 ne peuvent être respectées dans une installation ou une partie d'installation, il faut réaliser une liaison locale dite liaison équipotentielle supplémentaire (voir 413.1.6).

NOTE 1 L'utilisation de liaisons équipotentielles supplémentaires ne dispense pas de la nécessité de coupure de l'alimentation pour d'autres raisons, telles que protection contre l'incendie, contraintes thermiques des matériels, etc.

NOTE 2 Cette liaison équipotentielle supplémentaire peut intéresser toute l'installation, une partie de celle-ci, un appareil ou un emplacement.

NOTE 3 Des prescriptions supplémentaires peuvent être nécessaires pour des emplacements spéciaux, voir CEI 60364-5-54.

413.1.3 Schéma TN

413.1.3.1 Toutes les masses de l'installation doivent être reliées au point de l'alimentation mis à la terre par des conducteurs de protection qui doivent être mis à la terre à proximité de chaque transformateur d'alimentation ou de chaque génératrice.

Le point de l'alimentation mis à la terre est généralement le point neutre. Si un point neutre n'est pas disponible, ou n'est pas accessible, un conducteur de phase doit être mis à la terre. En aucun cas le conducteur de phase ne doit servir de conducteur PEN (voir 413.1.3.2).

NOTE 1 S'il existe des possibilités efficaces de mise à la terre, il est recommandé d'y relier le conducteur de protection en autant de points que possible. Une mise à la terre multiple, en des points régulièrement répartis, peut être nécessaire pour s'assurer que le potentiel du conducteur de protection demeure, en cas de défaut, aussi proche que possible de celui de la terre.

Dans de grands bâtiments, tels que des immeubles de grande hauteur, des mises à la terre additionnelles des conducteurs de protection ne sont pas possibles pour des raisons pratiques. Des liaisons équipotentielles entre conducteurs de protection et éléments conducteurs ont, toutefois, une fonction similaire dans de tels cas.

NOTE 2 Pour la même raison, il est recommandé de relier les conducteurs de protection à la terre à leur point d'entrée d'un bâtiment ou établissement.

413.1.3.2 Dans les installations fixes, un seul conducteur peut être utilisé à la fois comme conducteur de protection et comme conducteur neutre (conducteur PEN), sous réserve que les prescriptions de l'article 546.2 de la CEI 60364-5-54 soient respectées.

413.1.3.3 Les caractéristiques des dispositifs de protection (voir 413.1.3.8) et les impédances des circuits doivent être telles que, s'il se produit en un point quelconque un défaut d'impédance négligeable entre un conducteur de phase et le conducteur de protection ou une masse, la coupure automatique soit effectuée dans un temps au plus égal à la valeur spécifiée, la condition suivante satisfaisant à cette prescription:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

où

Z_s est l'impédance, en ohms, de la boucle de défaut comprenant la source, le conducteur actif jusqu'au point de défaut et le conducteur de protection entre le point de défaut et la source;

I_a est le courant, en ampères, assurant le fonctionnement du dispositif de coupure automatique dans le temps défini par le tableau 41A en fonction de la tension nominale U_0 , ou, dans les conditions définies en 413.1.3.5, dans un temps conventionnel non supérieur à 5 s;

U_0 est la tension nominale entre phase et terre, valeur efficace en courant alternatif, en volts.

413.1.2.2 Supplementary equipotential bonding

If the conditions for automatic disconnection stated in 413.1.1.1 cannot be fulfilled in an installation or part of an installation, a local bonding known as supplementary equipotential bonding (see 413.1.6) shall be applied.

NOTE 1 The use of supplementary equipotential bonding does not exclude the need to disconnect the supply for other reasons, for example protection against fire, thermal stresses in equipment, etc.

NOTE 2 Supplementary equipotential bonding may involve the entire installation, a part of the installation, an item of apparatus or a location.

NOTE 3 Additional requirements may be necessary for special locations, see IEC 60364-5-54.

413.1.3 TN systems

413.1.3.1 All exposed-conductive-parts of the installation shall be connected to the earthed point of the power system by protective conductors which shall be earthed at or near each relevant transformer or generator.

Generally the earthed point of the power system will be the neutral point. If a neutral point is not available or not accessible, a phase conductor shall be earthed. In no case shall the phase conductor serve as a PEN conductor (see 413.1.3.2).

NOTE 1 If other effective earth connections exist, it is recommended that the protective conductors also be connected to such points wherever possible. Earthing at additional points, distributed as evenly as possible, may be necessary to ensure that the potentials of protective conductors remain, in case of a fault, as near as possible to that of earth.

In large buildings such as high-rise buildings, additional earthing of protective conductors is not possible for practical reasons. Equipotential bonding between protective conductors and extraneous conductive parts has, however, a similar function in this case.

NOTE 2 For the same reason, it is recommended that protective conductors should be earthed where they enter any buildings or premises.

413.1.3.2 In fixed installations a single conductor may serve both as a protective conductor and neutral conductor (PEN conductor) provided that the requirements of 546.2 of IEC 60364-5-54 are satisfied. The PEN conductor shall not be isolated or switched.

413.1.3.3 The characteristics of protective devices (see 413.1.3.8) and the circuit impedances shall be such that, if a fault of negligible impedance occurs anywhere in the installation between a phase conductor and a protective conductor or exposed conductive part, automatic disconnection of the supply will occur within the specified time, the following condition fulfilling this requirement:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

where

Z_s is the impedance, in ohms, of the fault loop comprising the source, the live conductor up to the point of the fault and the protective conductor between the point of the fault and the source;

I_a is the current, in amperes, causing the automatic operation of the disconnecting protective device within the time stated in table 41A as a function of the nominal voltage U_0 , or under the condition stated in 413.1.3.5, within a conventional time not exceeding 5 s;

U_0 is the nominal a.c. r.m.s. voltage, in volts, to earth.

Tableau 41A – Temps de coupure maximaux dans le schéma TN

U_o^* V	Temps de coupure s
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1

* Valeurs fondées sur la CEI 60038.

NOTE 1 Pour les tensions qui sont dans les limites de tolérances définies dans la CEI 60038, les temps de coupure correspondant aux tensions nominales sont applicables.

NOTE 2 Pour des valeurs intermédiaires de tension, la valeur immédiatement supérieure donnée dans le tableau ci-dessus doit être utilisée.

413.1.3.4 Les temps de coupure maximaux indiqués dans le tableau 41A sont réputés satisfaire à la prescription de 413.1.1.1 pour les circuits terminaux qui alimentent, par des prises de courant ou directement sans prise de courant, des matériels mobiles ou portatifs de classe I.

413.1.3.5 Un temps de coupure conventionnel non supérieur à 5 s est admis pour les circuits de distribution.

Un temps de coupure supérieur au temps prescrit par le tableau 41A mais non supérieur à 5 s est admis pour un circuit terminal alimentant uniquement des matériels fixes, à condition que, si d'autres circuits terminaux pour lesquels le temps de coupure du tableau 41A est prescrit sont reliés au tableau de distribution ou au circuit de distribution alimentant ce circuit terminal, l'une des conditions suivantes soit satisfaite:

- a) l'impédance, en ohms, du conducteur de protection entre le tableau de distribution et le point de connexion du conducteur de protection à la liaison équipotentielle principale ne soit pas supérieure à:

$$\frac{50}{U_o} Z_s (\Omega)$$

ou

- b) une liaison équipotentielle relie au tableau de distribution les mêmes types d'éléments conducteurs que la liaison équipotentielle principale et satisfait aux prescriptions de 413.1.2.1 concernant la liaison équipotentielle principale.

413.1.3.6 Si les conditions de 413.1.3.3, 413.1.3.4 et 413.1.3.5 ne peuvent être respectées avec des dispositifs de protection contre les surintensités, une liaison équipotentielle supplémentaire conforme à 413.1.2.2 doit être réalisée. En variante, la protection doit être assurée par des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel.

Table 41A – Maximum disconnecting times for TN systems

U_0 *	Disconnecting time
V	s
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1
* Values based on IEC 60038.	

NOTE 1 For voltages which are within the tolerance band stated in IEC 60038, the disconnecting time appropriate to the nominal voltage applies.

NOTE 2 For intermediate values of voltage, the next higher value in the above table is to be used.

413.1.3.4 The maximum disconnecting times stated in table 41A are deemed to satisfy 413.1.1.1 for final circuits which supply, through socket outlets or directly without socket-outlets, class I hand-held equipment or portable equipment.

413.1.3.5 A conventional disconnecting time not exceeding 5 s is permitted for distribution circuits.

A disconnecting time exceeding that required by table 41A but not exceeding 5 s is permitted for a final circuit supplying stationary equipment only, provided that, where other final circuits which require disconnecting times according to table 41A are connected to the distribution board, or distribution circuit supplying that final circuit, one of the following conditions is fulfilled:

- a) the impedance, in ohms, of the protective conductor between the distribution board and the point at which the protective conductor is connected to the main equipotential bonding does not exceed

$$\frac{50}{U_0} Z_s (\Omega)$$

or

- b) there is equipotential bonding at the distribution board which involves the same types of extraneous conductive parts as the main equipotential bonding and which complies with the requirements for main equipotential bonding in 413.1.2.1.

413.1.3.6 If the conditions of 413.1.3.3, 413.1.3.4 and 413.1.3.5 cannot be fulfilled by using overcurrent protective devices, supplementary equipotential bonding in accordance with 413.1.2.2 shall be applied. Alternatively, protection shall be provided by means of a residual current protective device.

413.1.3.7 Dans des cas exceptionnels où un défaut peut se produire entre un conducteur de phase et la terre, par exemple dans des lignes aériennes, la condition suivante doit être remplie afin que le conducteur de protection et les masses qui lui sont reliées ne puissent présenter une tension par rapport à la terre supérieure par convention à 50 V:

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_0 - 50}$$

où

R_B est la résistance globale des mises à la terre en parallèle, en ohms;

R_E est la résistance minimale de contact à la terre des éléments conducteurs non reliés au conducteur de protection, par lesquels peut se produire un défaut entre phase et terre, en ohms;

U_0 est la tension nominale par rapport à la terre, valeur efficace en courant alternatif, en volts.

413.1.3.8 Dans le schéma TN, les dispositifs de protection suivants peuvent être utilisés:

- dispositifs de protection contre les surintensités;
- dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel;

sous réserve que:

- un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel ne doit pas être utilisé dans le schéma TN-C;
- lorsqu'un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel est utilisé dans un schéma TN-C-S, un conducteur PEN ne doit pas être utilisé en aval. La liaison du conducteur de protection au conducteur PEN doit être effectuée en amont du dispositif de protection à courant différentiel-résiduel.

413.1.4 Schéma TT

413.1.4.1 Toutes les masses protégées par un même dispositif de protection doivent être connectées aux conducteurs de protection et reliées à une même prise de terre. Si plusieurs dispositifs de protection sont montés en série, cette prescription s'applique séparément à toutes les masses protégées par le même dispositif.

Le point neutre ou, s'il n'existe pas, un conducteur de phase de chaque transformateur ou génératrice doit être mis à la terre.

413.1.4.2 La condition suivante doit être satisfaite:

$$R_A \times I_a \leq 50 \text{ V}$$

où

R_A est la somme des résistances, en ohms, de la prise de terre et des conducteurs de protection des masses;

I_a est le courant, en ampères, assurant le fonctionnement automatique du dispositif de protection.

Lorsque le dispositif de protection est un dispositif à courant différentiel-résiduel, I_a est le courant différentiel-résiduel nominal $I_{\Delta n}$.

Dans un but de sélectivité, les dispositifs à courant différentiel-résiduel du type S (voir CEI 61008-1 et CEI 61009-1) peuvent être utilisés en série avec des dispositifs à courant différentiel-résiduel du type général. Afin d'assurer la sélectivité avec des dispositifs à courant différentiel-résiduel du type S, un temps de fonctionnement au plus égal à 1 s est admis dans les circuits de distribution.

413.1.3.7 In exceptional cases where a fault may occur between a phase conductor and earth, for example in the use of overhead lines, the following condition shall be fulfilled in order that the protective conductor and the exposed-conductive-parts connected to it do not reach a voltage to earth exceeding a conventional value of 50 V:

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_0 - 50}$$

where

R_B is the earth electrode resistance, in ohms, of all earth electrodes in parallel;

R_E is the minimum contact resistance with earth, in ohms, of extraneous conductive parts not connected to a protective conductor, through which a fault between phase and earth may occur;

U_0 is the nominal a.c. r.m.s. voltage to earth, in volts.

413.1.3.8 In TN systems, use of the following protective devices is recognized:

- overcurrent protective devices;
- residual current protective devices;

except that

- a residual current protective device shall not be used in TN-C systems;
- where a residual current protective device is used in a TN-C-S system, a PEN conductor shall not be used on the load side. The connection of the protective conductor to the PEN conductor shall be made on the source side of the residual current protective device.

413.1.4 TT systems

413.1.4.1 All exposed-conductive-parts collectively protected by the same protective device shall be connected, together with the protective conductors, to an earth electrode common to all those parts. Where several protective devices are utilized in series, this requirement applies separately to all the exposed-conductive-parts protected by each device.

The neutral point or, if it does not exist, a phase conductor of each generator station or transformer station shall be earthed.

413.1.4.2 The following condition shall be fulfilled:

$$R_A \times I_a \leq 50 \text{ V}$$

where

R_A is the sum of the resistance, in ohms, of the earth electrode and the protective conductor for the exposed conductive parts;

I_a is the current, in amperes, causing the automatic operation of the protective device.

When the protective device is a residual current protective device, I_a is the rated residual operating current $I_{\Delta n}$.

For the purpose of discrimination, S-type residual current protective devices (see IEC 61008-1 and IEC 61009-1) may be used in series with general type residual current protective devices. To provide discrimination with S-type residual current protective devices, an operating time not exceeding 1 s is permitted in distribution circuits.

Lorsque le dispositif de protection est un dispositif de protection contre les surintensités, il doit être:

- soit un dispositif ayant une caractéristique de fonctionnement à temps inverse et I_a doit être le courant, en ampères, assurant le fonctionnement automatique en 5 s au plus,
- soit un dispositif ayant une caractéristique de fonctionnement instantané et I_a doit être le courant minimal, en ampères, assurant le fonctionnement instantané.

413.1.4.3 Si la condition de 413.1.4.2 ne peut être respectée, une liaison équipotentielle supplémentaire conforme à 413.1.2.2 et 413.1.6 doit être réalisée.

413.1.4.4 Dans le schéma TT, les dispositifs de protection suivants sont utilisés:

- des dispositifs à courant différentiel-résiduel;
- des dispositifs de protection contre les surintensités.

NOTE 1 Les dispositifs de protection contre les surintensités ne sont utilisables pour la protection contre les contacts indirects dans le schéma TT que si les résistances R_A des prises de terre sont très faibles.

NOTE 2 L'utilisation de dispositifs de protection à tension de défaut n'est pas exclue pour des applications spéciales lorsque les dispositifs de protection cités ci-dessus ne peuvent pas être utilisés.

413.1.5 Schéma IT

413.1.5.1 Dans le schéma IT, l'installation doit être isolée de la terre ou reliée à la terre à travers une impédance de valeur suffisamment élevée. Cette liaison s'effectue soit au point neutre de l'installation, soit à un point neutre artificiel qui peut être relié directement à la terre si l'impédance homopolaire correspondante a une valeur suffisante. Lorsque aucun point neutre n'existe, un conducteur de phase peut être relié à la terre à travers une impédance.

En cas d'un seul défaut à la masse ou à la terre, le courant de défaut est faible et la coupure n'est pas impérative si la condition de 413.1.5.3 est satisfaite. Toutefois, des mesures doivent être prises pour éviter un risque d'effet pathophysiologique dangereux pour une personne en contact avec des parties conductrices simultanément accessibles en cas de deux défauts simultanés.

413.1.5.2 Aucun conducteur actif ne doit être directement relié à la terre dans l'installation.

NOTE Afin de réduire les surtensions et d'amortir les oscillations, la mise à la terre par l'intermédiaire d'impédance ou de points neutres artificiels peut être nécessaire; il convient que leurs caractéristiques soient appropriées à celles de l'installation.

413.1.5.3 Les masses doivent être reliées à la terre, soit individuellement, soit par groupes ou ensemble.

NOTE Dans de grands bâtiments, tels que des immeubles de grande hauteur, les mises à la terre des conducteurs de protection ne sont pas possibles pour des raisons pratiques. La mise à la terre des masses peut être réalisée par des liaisons entre les conducteurs de protection, les masses et les éléments conducteurs.

La condition suivante doit être remplie:

$$R_A \times I_d \leq 50 \text{ V}$$

où

R_A est la résistance, en ohms, de mise à la terre des masses;

I_d est le courant de défaut, en ampères, en cas de premier défaut franc de faible impédance entre un conducteur de phase et une masse. La valeur de I_d tient compte des courants de fuite et de l'impédance globale de mise à la terre de l'installation électrique.

413.1.5.4 Dans les cas où le schéma IT est utilisé pour des raisons de continuité de service, un contrôleur d'isolement doit être prévu pour indiquer l'apparition d'un premier défaut d'une partie active à la masse ou à la terre. Ce dispositif doit actionner un signal sonore et/ou un signal visuel.

When the protective device is an overcurrent protective device, it shall be either

- a device with an inverse time characteristic and I_a shall be the current, in amperes, causing automatic operation within 5 s, or
- a device with an instantaneous tripping characteristic and I_a shall be the minimum current, in amperes, causing instantaneous tripping.

413.1.4.3 If the condition of 413.1.4.2 cannot be fulfilled, supplementary equipotential bonding in accordance with 413.1.2.2 and 413.1.6 shall be applied.

413.1.4.4 In TT systems, use of the following devices is recognized:

- residual current protective devices;
- overcurrent protective devices.

NOTE 1 Overcurrent protective devices are only applicable for protection against indirect contact in TT systems where a very low value of R_A exists.

NOTE 2 The use of fault-voltage operated protective devices is not excluded for special applications where the above-mentioned protective devices cannot be used.

413.1.5 IT systems

413.1.5.1 In IT systems the installation shall be insulated from earth or connected to earth through a sufficiently high impedance. This connection may be made either at the neutral point of the system or at an artificial neutral point. The latter may be connected directly to earth if the resulting zero-sequence impedance is sufficiently high. Where no neutral point exists a phase conductor may be connected to earth through an impedance.

The fault current is then low in the event of a single fault to an exposed conductive part or to earth and disconnection is not imperative provided the condition in 413.1.5.3 is fulfilled. Measures shall be taken, however, to avoid risk of harmful patho-physiological effects on a person in contact with simultaneously accessible conductive parts in the event of two faults existing simultaneously.

413.1.5.2 No live conductor of the installation shall be directly connected to earth.

NOTE To reduce overvoltage or to damp voltage oscillation, it may be necessary to provide earthing through impedances or artificial neutral points, and the characteristics of these should be appropriate to the requirements of the installation.

413.1.5.3 Exposed-conductive-parts shall be earthed individually, in groups or collectively.

NOTE In large buildings, such as high rise buildings, the direct connection of protective conductors to an earth electrode is not possible for practical reasons. Earthing of exposed-conductive-parts may be achieved by bonding between protective conductors, exposed-conductive-parts and extraneous-conductive-parts.

The following condition shall be fulfilled:

$$R_A \times I_d \leq 50 \text{ V}$$

where

R_A is the resistance, in ohms, of the earth electrode for exposed-conductive-parts;

I_d is the fault current, in amperes, of the first fault of negligible impedance between a phase conductor and an exposed conductive part. The value of I_d takes account of leakage currents and the total earthing impedance of the electrical installation.

413.1.5.4 In cases where an IT system is used for reasons of continuity of supply, an insulation monitoring device shall be provided to indicate the occurrence of a first fault from a live part to exposed-conductive-parts or to earth. This device shall initiate an audible and/or visual signal.

Si les deux signaux sonores et visuels existent, il est permis d'annuler le signal sonore, mais l'alarme visuelle doit subsister tant que le défaut persiste.

NOTE Il est recommandé d'éliminer un premier défaut dans un délai aussi court que possible.

413.1.5.5 Après l'apparition d'un premier défaut, les conditions de coupure de l'alimentation au deuxième défaut doivent être comme suit, selon que toutes les masses sont interconnectées par un conducteur de protection (mises à la terre collectivement) ou qu'elles sont mises à la terre en groupes ou individuellement:

- a) lorsque des masses sont mises à la terre par groupes ou individuellement, les conditions de protection sont celles de 413.1.4 comme pour le schéma TT, à l'exception du deuxième alinéa de 413.1.4.1 qui ne s'applique pas;
- b) lorsque les masses sont interconnectées par un conducteur de protection, collectivement mises à la terre, les conditions du schéma TN s'appliquent comme indiqué en 413.1.5.6.

413.1.5.6 La condition suivante doit être satisfaite lorsque le neutre n'est pas distribué:

$$Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times U_0}{2 I_a}$$

ou, lorsque le neutre est distribué:

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2 I_a}$$

où

U_0 est la tension nominale, en volts, entre phase et neutre, valeur efficace en courant alternatif;

U est la tension nominale, en volts, entre phases, valeur efficace en courant alternatif;

Z_s est l'impédance, en ohms, de la boucle de défaut constituée du conducteur de phase et du conducteur de protection du circuit;

Z'_s est l'impédance, en ohms, de la boucle de défaut constituée du conducteur neutre et du conducteur de protection du circuit;

I_a est le courant, en ampères, assurant le fonctionnement du dispositif de protection dans le temps t prescrit dans le tableau 41B, selon le cas, ou en 5 s au plus pour tous les autres circuits lorsque ce temps est admis.

Tableau 41B – Temps de coupure maximaux dans le schéma IT (deuxième défaut)

Tension nominale de l'installation U_0/U V	Temps de coupure s	
	Neutre non distribué	Neutre distribué
120-240	0,8	5
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1 000	0,1	0,2

NOTE 1 Pour des tensions du domaine de la CEI 60038, le temps de coupure selon la tension nominale d'alimentation est applicable.

NOTE 2 Pour des valeurs de tensions intermédiaires, la valeur immédiatement supérieure du tableau est utilisée.

If there are both audible and visible signals, it is permissible for the audible signal to be cancelled, but the visual alarm shall continue as long as the fault persists.

NOTE It is recommended that a first fault be eliminated with the shortest practicable delay.

413.1.5.5 After the occurrence of a first fault, conditions for disconnection of supply in the event of a second fault shall be as follows, whether all exposed-conductive-parts are interconnected by a protective conductor (collectively earthed) or are earthed in groups or individually:

- a) where exposed-conductive-parts are earthed in groups or individually, conditions for protection are given in 413.1.4 as for TT systems, except that the second paragraph of 413.1.4.1 does not apply;
- b) where exposed-conductive-parts are interconnected by a protective conductor collectively earthed, the conditions of a TN system apply subject to 413.1.5.6.

413.1.5.6 The following conditions shall be fulfilled where the neutral is not distributed:

$$Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times U_0}{2 I_a}$$

or where the neutral is distributed:

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2 I_a}$$

where

U_0 is the nominal a.c. r.m.s. voltage, in volts, between phase and neutral;

U is the nominal a.c. r.m.s. voltage, in volts, between phases;

Z_s is the impedance, in ohms, of the fault loop comprising the phase conductor and the protective conductor of the circuit;

Z'_s is the impedance, in ohms, of the fault loop comprising the neutral conductor and the protective conductor of the circuit;

I_a is the operating current in amperes of the protection device in the disconnecting time t specified in table 41B when applicable, or within 5 s for all other circuits when this time is allowed.

Table 41B – Maximum disconnecting time in IT systems (second fault)

Installation nominal voltage U_0/U V	Disconnecting time s	
	Neutral not distributed	Neutral distributed
120-240	0,8	5
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1 000	0,1	0,2

NOTE 1 For voltages which are within the tolerance band stated in IEC 60038, the disconnecting time appropriate to the nominal voltage applies.

NOTE 2 For intermediate values of voltage, the next higher value in the table is to be used.

413.1.5.7 Dans le schéma IT, les dispositifs de contrôle et de protection suivants peuvent être utilisés:

- contrôleurs d'isolement;
- dispositifs de protection contre les surintensités;
- dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel.

413.1.6 Liaison équipotentielle supplémentaire

413.1.6.1 La liaison équipotentielle supplémentaire doit comprendre tous les éléments conducteurs simultanément accessibles, qu'il s'agisse des masses des matériels fixes ou des éléments conducteurs, y compris, dans la mesure du possible, les armatures principales du béton armé utilisées dans la construction des bâtiments. A ce système équipotentiel doivent être reliés les conducteurs de protection de tous les matériels, y compris ceux des prises de courant.

413.1.6.2 En cas de doute sur l'efficacité de la liaison équipotentielle supplémentaire, elle doit être vérifiée en s'assurant que la résistance R entre toute masse considérée et tout élément conducteur simultanément accessible remplit la condition suivante:

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

où

I_a est le courant de fonctionnement, en ampères, du dispositif de protection, soit:

- $I_{\Delta n}$ pour les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel
- le courant de fonctionnement en 5 s pour les dispositifs de protection contre les surintensités.

413.1.7 (481.3.1 en partie) Prescriptions relatives aux conditions d'influences externes

En général, les conditions de l'article 413.1 sont applicables.

Dans les installations ou parties d'installation pour lesquelles la partie correspondante de la CEI 60364-7 (par exemple 7-704 ou 7-705) limite la tension limite conventionnelle à 25 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu lisse, une des prescriptions de 413.1.7.1 ou de 413.1.7.2 s'applique.

NOTE 1 Les prescriptions de 413.1.7.1 s'appliquent si la tension limite conventionnelle est applicable à l'ensemble de l'installation.

NOTE 2 Les prescriptions de 413.1.7.2 s'appliquent si la tension limite conventionnelle n'est applicable qu'à une partie de l'installation.

413.1.7.1 (481.3.1.1) Dans les installations ou parties d'installation pour lesquelles la partie correspondante de la CEI 60364-7 (par exemple 7-704 ou 7-705) limite la tension limite conventionnelle à 25 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu lisse, les prescriptions suivantes s'appliquent:

- dans les schémas TN et IT, les temps de coupure maximaux définis par les tableaux 41A et 41B doivent être remplacés par les suivants:

413.1.5.7 In IT systems use of the following monitoring and protective devices is recognized:

- insulation monitoring devices;
- overcurrent protective devices;
- residual current protective devices.

413.1.6 Supplementary equipotential bonding

413.1.6.1 Supplementary equipotential bonding shall include all simultaneously accessible exposed-conductive-parts of fixed equipment and extraneous conductive parts including, where practicable, the main metallic reinforcement of constructional reinforced concrete. The equipotential system shall be connected to the protective conductors of all equipment including those of socket-outlets.

413.1.6.2 Where doubt exists regarding the effectiveness of supplementary equipotential bonding it shall be confirmed that the resistance R between simultaneously accessible exposed-conductive-parts and extraneous conductive parts fulfills the following condition:

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

where

I_a is the operating current, in amperes, of the protective device:

- for residual current devices, $I_{\Delta n}$
- for overcurrent devices, the 5 s operating current

413.1.7 (481.3.1 in part) Requirements related to conditions of external influence

In general, the conditions of 413.1 apply.

In the installation or parts of the installation for which the corresponding part of IEC 60364-7 (e.g. 7-704 or 7-705) limits the conventional touch voltage to 25 V a.c. or 60 V d.c. ripple-free, one of the requirements of 413.1.7.1 or 413.1.7.2 apply.

NOTE 1 The requirements of 413.1.7.1 apply when the reduced conventional touch voltage is applicable to a complete installation.

NOTE 2 One of the requirements of 413.1.7.2 applies when the reduced conventional touch voltage is applicable only to a part of an installation.

413.1.7.1 (481.3.1.1) In the installation for which the corresponding part of IEC 60364-7 (e.g. 7-704 or 7-705) limits the conventional touch voltage to 25 V a.c. or 60 V d.c. ripple-free, the following requirements apply:

- in TN and IT systems, the maximum disconnecting times defined in tables 41A and 41B shall be replaced by the following:

Tableau 41C (48A) – Temps de coupure maximaux

Schéma TN		Schéma IT		
Tension nominale	Temps de coupure	Tension nominale	Temps de coupure s	
U_o^a V	s	U_o/U V	Neutre non distribué	Neutre distribué
120	0,35	120-240	0,4	1
230	0,2	230/400	0,2	0,5
277	0,2	277/480	0,2	0,5
400, 480	0,05	400/690	0,06	0,2
580	0,02 ^b	580/1 000	0,02 ^b	0,08

^a U_o est la tension entre phase et neutre.

^b Si un tel temps de coupure ne peut être garanti, il est nécessaire de prendre d'autres mesures de protection, par exemple une liaison équipotentielle supplémentaire.

- dans le schéma TT, la condition de 413.1.4.2 est remplacée par la suivante:

$$R_A \times I_a \leq 25 \text{ V}$$

- dans le schéma IT, la condition de 413.1.5.3 est remplacée par la suivante:

$$R_A \times I_a \leq 25 \text{ V}$$

413.1.7.2 (481.3.1.2) Dans les parties d'une installation pour lesquelles la partie correspondante de la CEI 60364-7 limite la tension conventionnelle à 25 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu lisse, les règles de l'article 413.1 peuvent être appliquées si l'une des mesures de protection complémentaires suivantes est appliquée:

- réalisation de liaisons équipotentielles supplémentaires suivant les conditions de 413.1.6, la valeur 50 de la formule de 413.1.6.2 étant remplacée par 25;
- protection assurée par des dispositifs à courant différentiel-résiduel de courant différentiel-résiduel nominal au plus égal à 30 mA.

NOTE Les dispositions de ce paragraphe permettent de prévoir la protection de l'ensemble d'une installation pour les conditions générales de l'article 413.1 qui se rencontrent dans la plupart des locaux desservis par cette installation, et de prévoir une mesure de protection complémentaire lorsque la CEI 60364-7 impose une limitation de la tension limite conventionnelle.

413.2 Matériels de la classe II ou par isolation équivalente

NOTE Cette mesure est prévue pour empêcher l'apparition de tensions dangereuses sur les parties accessibles des matériels électriques lors d'un défaut de l'isolation principale.

413.2.1 La protection doit être assurée soit par les matériels électriques, soit par une isolation supplémentaire ou renforcée, comme décrit ci-après.

413.2.1.1 Les matériels électriques des types suivants ayant subi les essais de type et ayant été repérés selon les règles qui leur sont applicables:

- matériels ayant une isolation double ou renforcée (matériels de la classe II);
- ensembles de matériels électriques construits en usine et possédant une isolation totale (voir la CEI 60439).

NOTE Ces matériels sont marqués du symbole .

Table 41C (48A) – Maximum disconnecting times

TN system		IT system		
Installation nominal voltage	Disconnecting time	Installation nominal voltage	Disconnecting time s	
U_0^a V	s	U_0/U V	Neutral not distributed	Neutral distributed
120	0,35	120-240	0,4	1
230	0,2	230/400	0,2	0,5
277	0,2	277/480	0,2	0,5
400, 480	0,05	400/690	0,06	0,2
580	0,02 ^b	580/1 000	0,02 ^a	0,08

^a U_0 is the voltage between phase and neutral.

^b If such disconnecting time cannot be guaranteed, it is necessary to take other protective measures, such as supplementary equipotential bonding.

- in TT systems, the condition of 413.1.4.2 is replaced by the following:

$$R_A \times I_a \leq 25 \text{ V}$$

- in IT systems, the condition of 413.1.5.3 is replaced by the following:

$$R_A \times I_d \leq 25 \text{ V}$$

413.1.7.2 (481.3.1.2) In the parts of the installation in which the corresponding part of IEC 60364-7 limits the conventional touch voltage to 25 V a.c. or 60 V d.c. ripple-free, the rules of 413.1 may be applied if one of the following measures is taken:

- application of supplementary equipotential bonding according to the conditions of 413.1.6, the value 50 in the formula of 413.1.6.2 being replaced by 25;
- protection by residual-current devices, the rated residual operating current of which is not more than 30 mA.

NOTE The conditions of this subclause provide protection for the whole installation, in accordance with the general conditions of 413.1 and also in accordance with the requirements of IEC 60364-7 for supplementary protection in special locations where these requirements call for a limitation of touch voltage.

413.2 Class II equipment or equivalent insulation

NOTE This measure is intended to prevent the appearance of dangerous voltage on the accessible parts of electrical equipment through a fault in the basic insulation.

413.2.1 Protection shall be provided either by electrical equipment, or supplementary insulation or reinforced insulation, as described below.

413.2.1.1 Electrical equipment of the following types, type tested and marked to the relevant standards:

- electrical equipment having double or reinforced insulation (class II equipment);
- factory-built assemblies of electrical equipment having total insulation (see IEC 60439).

NOTE This equipment is identified by the symbol .

413.2.1.2 Une isolation supplémentaire recouvrant les matériels électriques possédant seulement une isolation principale et montée au cours de l'installation électrique; elle assure une sécurité équivalente à celle des matériels conformes à 413.2.1.1 et remplit les conditions spécifiées de 413.2.2 à 413.2.6.

NOTE Le symbole  doit être apposé de manière apparente à l'extérieur et à l'intérieur de l'enveloppe.

413.2.1.3 Une isolation renforcée recouvrant les parties actives nues et montée au cours de l'installation électrique; elle assure une sécurité équivalente à celle des matériels électriques conformes à 413.2.1.1 et remplit les conditions spécifiées de 413.2.3 à 413.2.6; une telle isolation n'est admise que lorsque des raisons de construction ne permettent pas la réalisation de la double isolation.

NOTE Le symbole  doit être apposé de manière apparente à l'extérieur et à l'intérieur de l'enveloppe.

413.2.2 Le matériel électrique étant en état de fonctionnement, toutes les parties conductrices séparées des parties actives par une isolation principale seulement doivent être enfermées dans une enveloppe isolante possédant au moins le degré de protection IPXXB ou IP2X.

413.2.3 L'enveloppe isolante doit être capable de supporter les contraintes mécaniques, électriques ou thermiques susceptibles de se produire.

Les revêtements de peinture, de vernis et de produits similaires ne sont pas, en général, considérés comme satisfaisant à ces prescriptions. Toutefois, cela n'exclut pas l'utilisation d'enveloppes qui ont subi les essais de type et qui sont recouvertes de tels revêtements si leur emploi est admis dans les normes correspondantes et que ces revêtements isolants sont essayés dans les conditions d'essai correspondantes.

NOTE Pour les prescriptions pour les lignes de fuite et les distances dans l'air, voir la CEI 60664.

413.2.4 Lorsque l'enveloppe isolante n'a pas été essayée antérieurement, un essai diélectrique doit être effectué en cas de doute, conformément aux dispositions de la CEI 60364-6.

413.2.5 L'enveloppe isolante ne doit pas être traversée par des parties conductrices susceptibles de propager un potentiel. L'enveloppe ne doit pas comporter de vis en matière isolante dont le remplacement par une vis métallique pourrait compromettre l'isolation procurée par l'enveloppe.

NOTE Lorsqu'il est impératif que l'enveloppe isolante soit traversée par des liaisons mécaniques (par exemple organes de commande d'appareils incorporés), celles-ci doivent être disposées de telle sorte que la protection contre les chocs électriques ne soit pas compromise.

413.2.6 Lorsque l'enveloppe comporte des portes ou couvercles pouvant être ouverts sans l'aide d'un outil ou d'une clé, toutes les parties conductrices qui sont accessibles lorsque la porte ou le couvercle est ouvert doivent être protégées par une barrière isolante possédant au moins le degré de protection IPXXB ou IP2X, de manière à empêcher les personnes de toucher accidentellement ces parties. Cette barrière isolante ne doit pouvoir être enlevée qu'à l'aide d'un outil.

413.2.7 Les parties conductrices enfermées dans une enveloppe isolante ne doivent pas être reliées à un conducteur de protection. Toutefois, des dispositions peuvent être prises pour la connexion de conducteurs de protection qui passent nécessairement à travers l'enveloppe pour relier d'autres matériels électriques dont le circuit d'alimentation passe à travers l'enveloppe. A l'intérieur de l'enveloppe, de tels conducteurs et leurs bornes doivent être isolés comme des parties actives, et les bornes doivent être repérées de façon appropriée.

Les parties conductrices accessibles et les parties intermédiaires ne doivent pas être reliées à un conducteur de protection sauf si cela est prévu par les règles de construction du matériel correspondant.

413.2.1.2 Supplementary insulation applied to electrical equipment having basic insulation only, in the process of erecting an electrical installation, providing a degree of safety equivalent to electrical equipment according to 413.2.1.1 and complying with 413.2.2 to 413.2.6.

NOTE The symbol  should be fixed in a visible position on the exterior and interior of the enclosure.

413.2.1.3 Reinforced insulation applied to uninsulated live parts, as a process in the erection of an electrical installation, providing a degree of safety equivalent to electrical equipment according to 413.2.1.1 and complying with 413.2.3 to 413.2.6; such insulation being recognized only where constructional features prevent the application of double insulation.

NOTE The symbol  should be fixed in a visible position on the exterior and interior of the enclosure.

413.2.2 The electrical equipment being ready for operation, all conductive parts separated from live parts by basic insulation only shall be contained in an insulating enclosure affording at least the degree of protection IPXXB or IP2X.

413.2.3 The insulating enclosure shall be capable of resisting mechanical, electrical or thermal stresses likely to occur.

Coatings of paint, varnish and similar products are generally not considered to comply with these requirements. This requirement does not exclude, however, the use of a type-tested enclosure provided with such coatings if the relevant standards admit their use and if the insulating coatings are tested according to the relevant test conditions.

NOTE For requirements for creepage distances and clearances, see IEC 60664.

413.2.4 If the insulating enclosure has not previously been tested and doubt exists regarding its effectiveness, an electric strength test shall be carried out in accordance with the conditions specified in IEC 60364-6.

413.2.5 The insulating enclosure shall not be traversed by conductive parts likely to transmit a potential. The insulating enclosure shall not contain any screws or insulating material the replacement of which by metallic screws could impair the insulation provided by the enclosure.

NOTE Where the insulating enclosure must be traversed by mechanical joints or connections (e.g. for operating handles of built-in apparatus), these should be arranged in such a way that protection against shock in case of a fault is not impaired.

413.2.6 Where lids or doors in the insulating enclosure can be opened without the use of a tool or key, all conductive parts which are accessible if the lid or door is open shall be behind an insulating barrier providing a degree of protection not less than IPXXB or IP2X which prevents persons from coming unintentionally into contact with those parts. This insulating barrier shall be removable only by use of a tool.

413.2.7 Conductive parts enclosed in the insulating enclosure shall not be connected to a protective conductor. However, provision may be made for connecting protective conductors which necessarily run through the enclosure in order to serve other items of electrical equipment whose supply circuit also runs through the enclosure. Inside the enclosure, any such conductors and their terminals shall be insulated as though they were live parts, and their terminals shall be appropriately marked.

Exposed-conductive-parts and intermediate parts shall not be connected to a protective conductor unless specific provision for this is made in the specifications for the equipment concerned.

413.2.8 L'enveloppe ne doit pas nuire aux conditions de fonctionnement du matériel ainsi protégé.

413.2.9 L'installation des matériels énoncés en 413.2.1.1 (fixation, raccordement des conducteurs, etc.) doit être effectuée de façon à ne pas nuire à la protection assurée conformément aux règles de construction de ces matériels.

413.3 Locaux (ou emplacements) non conducteurs

NOTE Cette mesure de protection est destinée à empêcher le contact simultané avec des parties susceptibles d'être portées à des potentiels différents lors de la défaillance de l'isolation principale.

L'utilisation de matériels de la classe 0 est admise à condition de respecter l'ensemble des conditions qui suivent.

413.3.1 Les masses doivent être disposées de façon que, dans les conditions normales, des personnes ne viennent pas en contact simultané

- a) soit avec deux masses,
- b) soit avec une masse et n'importe quel élément conducteur,

si ces éléments sont susceptibles de se trouver à des potentiels différents en cas d'un défaut de l'isolation principale des parties actives.

413.3.2 Dans de tels locaux (ou emplacements), aucun conducteur de protection ne doit être prévu.

413.3.3 Les prescriptions de 413.3.1 sont considérées comme respectées si l'emplacement possède des parois et un plancher isolants et si une ou plusieurs des conditions ci-après sont remplies:

- a) Éloignement respectif des masses et des éléments conducteurs ainsi que des masses entre elles. Cet éloignement est considéré comme suffisant si la distance entre deux éléments est d'au moins 2 m, cette distance pouvant être réduite à 1,25 m en dehors du volume d'accessibilité.
- b) Interposition d'obstacles efficaces entre les masses ou entre les masses et les éléments conducteurs. Ces obstacles sont considérés comme suffisamment efficaces s'ils portent la distance à franchir aux valeurs indiquées au point a). Ils ne doivent être reliés ni à la terre, ni à des masses; dans la mesure du possible, ils doivent être en matière isolante.
- c) Isolation ou disposition isolée des éléments conducteurs. L'isolation doit avoir une rigidité mécanique suffisante et pouvoir supporter une tension d'essai d'au moins 2 000 V. Le courant de fuite ne doit pas être supérieur à 1 mA dans les conditions normales d'emploi.

413.3.4 Les parois et planchers isolants doivent présenter en chaque point de mesure, dans les conditions de la CEI 60364-6, une résistance non inférieure:

- à 50 k Ω , si la tension nominale de l'installation n'est pas supérieure à 500 V, et
- à 100 k Ω , si la tension nominale de l'installation est supérieure à 500 V.

NOTE Si la résistance n'est pas supérieure ou égale en tout point à la valeur prescrite, ces parois et ces planchers sont considérés comme des éléments conducteurs du point de vue de la protection contre les chocs électriques.

413.3.5 Les dispositions prises doivent être durables et ne doivent pas pouvoir être rendues inefficaces. Elles doivent également assurer la protection des matériels mobiles lorsque l'utilisation de ceux-ci est envisagée.

NOTE 1 L'attention est attirée sur le risque d'introduction ultérieure, dans des installations électriques non strictement surveillées, d'autres parties (par exemple matériels mobiles de la classe I ou éléments conducteurs, tels que conduites d'eau métalliques) susceptibles d'annihiler la conformité avec 413.3.5.

NOTE 2 Il importe de veiller à ce que l'humidité ne risque pas de compromettre l'isolation des parois et des planchers.

413.2.8 The enclosure shall not adversely affect the operation of the equipment protected in this way.

413.2.9 The installation of equipment mentioned in 413.2.1.1 (fixing, connection of conductors, etc.) shall be effected in such a way as not to impair the protection afforded in compliance with the equipment specification.

413.3 Non-conducting location

NOTE This protective measure is intended to prevent simultaneous contact with parts which may be at different potential through failure of the basic insulation of live parts.

The use of class 0 equipment is recognized if all the following conditions are fulfilled:

413.3.1 Exposed-conductive-parts shall be arranged so that under ordinary circumstances persons will not come into simultaneous contact with

- a) two exposed-conductive-parts, or
 - b) an exposed conductive part and any extraneous conductive part,
- if these parts are liable to be at different potential through failure of the basic insulation of live parts.

413.3.2 In a non-conducting location there shall be no protective conductor.

413.3.3 Subclause 413.3.1 is fulfilled if the location has an insulating floor and walls and one or more of the following arrangements applies:

- a) Relative spacing of exposed-conductive-parts and of extraneous conductive parts as well as spacing of exposed-conductive-parts. This spacing is sufficient if the distance between two parts is not less than 2 m; this distance may be reduced to 1,25 m out of the zone of arm's reach.
- b) Interposition of effective obstacles between exposed-conductive-parts and extraneous conductive parts. Such obstacles are sufficiently effective if they extend the distances to be surmounted to the values stated in paragraph a) above. They shall not be connected to earth or to exposed-conductive-parts; as far as possible they shall be of insulating material.
- c) Insulation or insulating arrangements of extraneous conductive parts. The insulation shall be of sufficient mechanical strength and be able to withstand a test voltage of at least 2 000 V. Leakage current shall not exceed 1 mA in normal conditions of use.

413.3.4 The resistance of insulating floors and walls at every point of measurement under the conditions specified in IEC 60364-6 shall be not less than

- 50 k Ω , where the nominal voltage of the installation does not exceed 500 V, or
- 100 k Ω , where the nominal voltage of the installation exceeds 500 V.

NOTE If at any point the resistance is less than the specified value, the floors and walls are deemed to be extraneous conductive parts for the purposes of protection against shock.

413.3.5 The arrangements made shall be permanent and it shall not be possible to make them ineffective. They shall also ensure protection where the use of mobile or portable equipment is envisaged.

NOTE 1 Attention is drawn to the risk that where electrical installations are not under effective supervision, further conductive parts may be introduced at a later date (e.g. mobile or portable class I equipment or extraneous conductive parts such as metallic water pipes), which may invalidate compliance with 413.3.5.

NOTE 2 It is essential to ensure that the insulation of floor and walls cannot be affected by humidity.

413.3.6 Des dispositions doivent être prises pour éviter que des éléments conducteurs puissent propager des potentiels en dehors de l'emplacement considéré.

413.4 Protection par liaisons équipotentielle locales non reliées à la terre

NOTE La réalisation de liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre est destinée à empêcher l'apparition de tensions de contact dangereuses.

413.4.1 Des conducteurs d'équipotentialité doivent relier toutes les masses et tous les éléments conducteurs simultanément accessibles.

413.4.2 La liaison équipotentielle locale ainsi réalisée ne doit être en liaison avec la terre ni directement ni par l'intermédiaire de masses ou d'éléments conducteurs.

NOTE Si cette condition ne peut être remplie, il faut appliquer les mesures de protection par coupure automatique de l'alimentation (voir l'article 413.1).

413.4.3 Des dispositions doivent être prises pour assurer l'accès des personnes à l'emplacement considéré sans qu'elles puissent être soumises à une différence de potentiel dangereuse. Cela s'applique notamment au cas où un plancher conducteur, mais isolé du sol, est relié à la liaison équipotentielle locale.

413.5 Protection par séparation électrique

NOTE La séparation électrique d'un circuit individuel d'une installation est destinée à éviter des courants de choc pouvant résulter d'un contact avec des masses susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut de l'isolation principale des parties actives de ce circuit.

413.5.1 La protection par séparation électrique doit être assurée en respectant l'ensemble des prescriptions énoncées de 413.5.1.1 à 413.5.1.5 ainsi que celles énoncées:

- en 413.5.2, si le circuit séparé n'alimente qu'un seul appareil; ou
- en 413.5.3, si le circuit séparé alimente plusieurs appareils.

NOTE Il est recommandé que le produit de la tension nominale du circuit, en volts par la longueur de la canalisation, en mètres, ne soit pas supérieur à 100 000, sous réserve que la longueur de la canalisation ne soit pas supérieure à 500 m.

413.5.1.1 Le circuit doit être alimenté par l'intermédiaire d'une source de séparation, c'est-à-dire:

- d'un transformateur de séparation (à l'étude), ou
- d'une source de courant assurant un degré de sécurité équivalent à celui du transformateur de séparation spécifié ci-dessus, par exemple un moteur générateur ayant des enroulements procurant une séparation équivalente.

NOTE La tenue à une tension d'essai particulièrement élevée est considérée comme un moyen d'assurer le niveau d'isolation nécessaire.

Les sources de séparation mobiles reliées à un réseau d'alimentation doivent être choisies ou installées conformément aux prescriptions de 413.2.

Les sources de séparation fixes doivent être

- soit choisies ou installées conformément aux prescriptions de 413.2;
- soit telles que le circuit secondaire soit séparé du circuit primaire et de l'enveloppe par une isolation satisfaisant aux conditions de 413.2; si une telle source alimente plusieurs appareils, les masses de ceux-ci ne doivent pas être reliées à l'enveloppe métallique de la source.

413.5.1.2 La tension nominale du circuit séparé ne doit pas être supérieure à 500 V.

413.3.6 Precautions shall be taken to ensure that extraneous conductive parts cannot cause a potential to appear externally to the location concerned.

413.4 Protection by earth-free local equipotential bonding

NOTE Earth-free local equipotential bonding is intended to prevent the appearance of a dangerous touch voltage.

413.4.1 Equipotential bonding conductors shall interconnect all simultaneously accessible exposed-conductive-parts and extraneous conductive parts.

413.4.2 The local equipotential bonding system shall not be in electrical contact with earth directly through exposed-conductive-parts or through extraneous conductive parts.

NOTE Where this requirement cannot be fulfilled, protection by automatic disconnection of supply is applicable (see 413.1).

413.4.3 Precautions shall be taken to ensure that persons entering the equipotential location cannot be exposed to a dangerous potential difference, in particular, where a conductive floor insulated from earth is connected to the earth-free equipotential bonding system.

413.5 Electrical separation

NOTE Electrical separation of an individual circuit is intended to prevent shock currents through contact with exposed-conductive-parts which may be energized by a fault in the basic insulation of the circuit.

413.5.1 Protection by electrical separation shall be ensured by compliance with all the requirements of 413.5.1.1 to 413.5.1.5 and with

- 413.5.2, for the supply of one item of apparatus, or
- 413.5.3, for the supply of more than one item of apparatus.

NOTE It is recommended that the product of the nominal voltage of the circuit in volts and length in metres of the wiring system should not exceed 100 000, and that the length of the wiring system should not exceed 500 m.

413.5.1.1 The circuit shall be supplied through a separation source i.e.

- an isolating transformer (under consideration), or
- a source of current providing a degree of safety equivalent to that of the isolating transformer specified above, for example a motor generator with windings providing equivalent isolation.

NOTE Ability to withstand a particularly high test voltage is recognized as a means of ensuring the necessary degree of isolation.

Mobile sources of supply connected to a supply system shall be selected or installed in accordance with 413.2.

Fixed sources of supply shall be either

- selected and installed in accordance with 413.2, or
- such that the output is separated from the input and from the enclosure by an insulation satisfying the conditions of 413.2; if such a source supplies several items of equipment, the exposed-conductive-parts of that equipment shall not be connected to the metallic enclosure of the source.

413.5.1.2 The voltage of the electrically separated circuit shall not exceed 500 V.

413.5.1.3 Les parties actives du circuit séparé ne doivent avoir aucun point commun avec un autre circuit ni aucun point relié à la terre.

Afin d'éviter les risques de défauts à la terre, une attention particulière doit être accordée à l'isolation de ces parties par rapport à la terre, notamment en ce qui concerne les câbles souples.

Les dispositions prises doivent assurer une séparation au moins équivalente à celle qui existe entre les circuits primaire et secondaire d'un transformateur de séparation des circuits.

NOTE En particulier, une séparation électrique est nécessaire entre les parties actives de matériels électriques tels que relais, contacteurs, auxiliaires de commande et toute partie d'un autre circuit.

413.5.1.4 Les câbles souples doivent être visibles sur toute leur longueur susceptible de subir des dommages mécaniques. Les caractéristiques du type sont toujours à l'étude.

413.5.1.5 Il est recommandé d'utiliser, pour les circuits séparés, des canalisations distinctes. Si on ne peut éviter d'utiliser les conducteurs d'une même canalisation pour les circuits séparés et d'autres circuits, il doit être fait usage de câbles multiconducteurs sans aucun revêtement métallique ou de conducteurs isolés posés dans des goulottes ou conduits isolants, sous réserve que ces câbles et conducteurs soient spécifiés pour une tension au moins égale à la tension la plus élevée mise en jeu et que chaque circuit soit protégé contre les surintensités.

413.5.2 Lorsque le circuit séparé n'alimente qu'un seul appareil, les masses du circuit ne doivent être reliées ni à un conducteur de protection ni à des masses d'autres circuits.

NOTE Si les masses du circuit séparé sont susceptibles de se trouver en contact, soit de fait, soit fortuitement, avec des masses d'autres circuits, la sécurité des personnes ne repose plus sur la seule mesure de protection par séparation électrique, mais sur les mesures de protection dont ces dernières masses font l'objet.

413.5.3 Si des précautions sont prises pour protéger le circuit secondaire de tout dommage et de défaillance de l'isolement, une source de séparation, conforme à 413.5.1.1, peut alimenter plusieurs appareils, pourvu que toutes les prescriptions de 413.5.3.1 à 413.5.3.4 soient respectées.

413.5.3.1 Les masses du circuit séparé doivent être reliées entre elles par des conducteurs d'équipotentialité isolés non reliés à la terre. De tels conducteurs ne doivent être reliés ni à des conducteurs de protection, ni à des masses d'autres circuits, ni à des éléments conducteurs.

NOTE Voir note de 413.5.2.

413.5.3.2 Tous les socles de prises de courant doivent être munis d'un contact de terre qui doit être relié au conducteur d'équipotentialité prévu en 413.5.3.1.

413.5.3.3 A l'exception de ceux qui alimentent les matériels de la classe II, tous les câbles souples doivent comporter un conducteur de protection utilisé comme conducteur d'équipotentialité.

413.5.3.4 En cas de deux défauts francs intéressant deux masses et alimentés par deux conducteurs de polarité différente, un dispositif de protection doit assurer la coupure dans un temps au plus égal à celui fixé au tableau 41A.

413.5.1.3 Live parts of the separated circuit shall not be connected at any point to another circuit or to earth.

To avoid the risk of a fault to earth, particular attention shall be given to the insulation of such parts from earth, especially for flexible cables and cords.

Arrangements shall ensure electrical separation not less than that between the input and output of an isolating transformer.

NOTE In particular the electrical separation is necessary between the live parts of electrical equipment such as relays, contactors, auxiliary switches and any part of another circuit.

413.5.1.4 Flexible cables and cords shall be visible throughout any part of their length liable to mechanical damage. Details of their type is still under consideration.

413.5.1.5 For separated circuits, the use of separate wiring systems is recommended. If the use of conductors of the same wiring system for separated circuits and other circuits is unavoidable, multi-conductor cables without metallic covering, or insulated conductors in insulating conduit, ducting or trunking shall be used, provided that their rated voltage is not less than the highest voltage likely to occur, and that each circuit is protected against overcurrent.

413.5.2 Where a single item of apparatus is supplied, the exposed-conductive-parts of the separated circuit shall not be connected either to the protective conductor or exposed-conductive-parts of other circuits.

NOTE If the exposed-conductive-parts of the separated circuit are liable to come into contact, either intentionally or fortuitously, with the exposed-conductive-parts of other circuits, protection against electric shock no longer depends solely on protection by electrical separation but on the protective measures to which the latter exposed-conductive-parts are subject.

413.5.3 If precautions are taken to protect the separated circuit from damage and insulation failure, a source of supply, complying with 413.5.1.1, may supply more than one item of apparatus provided that all the requirements of 413.5.3.1 to 413.5.3.4 are fulfilled.

413.5.3.1 The exposed-conductive-parts of the separated circuit shall be connected together by insulated non-earthed equipotential bonding conductors. Such conductors shall not be connected to the protective conductors or exposed-conductive-parts of other circuits or to any extraneous conductive parts.

NOTE See note to 413.5.2.

413.5.3.2 All socket outlets shall be provided with protective contacts which shall be connected to the equipotential bonding system provided in accordance with 413.5.3.1.

413.5.3.3 Except where supplying class II equipment, all flexible cables shall embody a protective conductor for use as an equipotential bonding conductor.

413.5.3.4 It shall be ensured that if two faults affecting two exposed-conductive-parts occur and these are fed by conductors of different polarity, a protective device shall disconnect the supply in a disconnecting time conforming with table 41A.

Annexe A (informative)

CEI 60364 – Parties 1 à 6: Restructuration

Tableau A.1 – Relations entre les parties restructurées et les parties originales

Numéro de la publication selon la nouvelle structure	Ancienne publication contenue dans la nouvelle partie	Titre	Publication	Amendement (date)
PARTIE 1 Principes fondamentaux	CEI 60364-1 Ed.3	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 1: Domaine d'application, objet et principes fondamentaux</i>	1992	
	CEI 60364-2-21 TR3 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 2: Définitions – Chapitre 21: Guide pour les termes généraux</i>	1993	
	CEI 60364-3 Ed.2	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 3: Détermination des caractéristiques générales</i>	1993	A1 (1994) A2 (1995)
PARTIE 4-41 Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques	CEI 60364-4-41 Ed.3	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques</i>	1992	A1 (1996) A2 (1999)
	CEI 60364-4-46 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 46: Sectionnement et commande</i>	1981	
	CEI 60364-4-47 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 47: Application des mesures de protection pour assurer la sécurité – Section 470: Généralités – Section 471: Mesures de protection contre les chocs électriques</i>	1981	A1 (1993)
	CEI 60364-4-481 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 48: Choix des mesures de protection en fonction des influences externes – Section 481: Choix des mesures de protection contre les chocs électriques en fonction des influences externes</i>	1993	
PARTIE 4-42 Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les effets thermiques	CEI 60364-4-42 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 42: Protection contre les effets thermiques</i>	1980	
	CEI 60364-4-482 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 48: Choix des mesures de protection en fonction des influences externes – Section 482: Protection contre l'incendie</i>	1982	
PARTIE 4-43 Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les surintensités	CEI 60364-4-43 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 43: Protection contre les surintensités</i>	1977	A1 (1997)
	CEI 60364-4-473 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 47: Application des mesures de protection pour assurer la sécurité – Section 473: Mesures de protection contre les surintensités</i>	1977	A1 (1998)
PARTIE 4-44 Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les influences électromagnétiques	CEI 60364-4-442 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 44: Protection contre les surtensions – Section 442: Protection des installations à basse tension contre les défauts à la terre dans les installations à haute tension</i>	1993	A1 (1995) A2 (1999)
	CEI 60364-4-443 Ed.2	<i>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 manœuvres</i>	1995	A1 (1998)
	CEI 60364-4-444 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 44: Protection contre les surtensions – Section 444: Protection contre les interférences électromagnétiques (IEM) dans les installations des bâtiments</i>	1996	
	CEI 60364-4-45 Ed.1	<i>Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 45: Protection contre les baisses de tension</i>	1984	

Annex A (informative)

IEC 60364 – Parts 1 to 6: Restructuring

Table A.1 – Relationship between restructured and original parts

Publication number according to the restructuring	Old publications contained in the new part	Title	Published	Amendment (date)
PART 1 <i>Fundamental principles</i>	IEC 60364-1 Ed.3	<i>Electrical installations of buildings – Part 1: Scope, object and fundamental principles</i>	1992	
	IEC 60364-2-21 TR3 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 2: Definitions – Chapter 21: Guide to general terms</i>	1993	
	IEC 60364-3 Ed.2	<i>Electrical installations of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics</i>	1993	A1 (1994) A2 (1995)
PART 4-41 <i>Protection for safety – Protection against electric shock</i>	IEC 60364-4-41 Ed.3	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock</i>	1992	A1 (1996) A2 (1999)
	IEC 60364-4-46 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 46: Isolation and switching</i>	1981	
	IEC 60364-4-47 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 47: Application of protective measures for safety – Section 470: General – Section 471: Measures of protection against electric shock</i>	1981	A1 (1993)
	IEC 60364-4-481 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 48: Choice of protective measures as a function of external influences – Section 481: Selection of measures for protection against electric shock in relation to external influences</i>	1993	
PART 4-42 <i>Protection for safety – Protection against thermal effects</i>	IEC 60364-4-42 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 42: Protection against thermal effects</i>	1980	
	IEC 60364-4-482 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 48: Choice of protective measures as a function of external influences – Section 482: Protection against fire</i>	1982	
PART 4-43 <i>Protection for safety – Protection against overcurrent</i>	IEC 60364-4-43 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 43: Protection against overcurrent</i>	1977	A1 (1997)
	IEC 60364-4-473 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 47: Application of protective measures for safety – Section 473: Measures of protection against overcurrent</i>	1977	A1 (1998)
PART 4-44 <i>Protection for safety – Protection against electromagnetic and voltage disturbance</i>	IEC 60364-4-442 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 44: Protection against overvoltages – Section 442: Protection of low-voltage installations against faults between high-voltage systems and earth</i>	1993	A1 (1995) A2 (1999)
	IEC 60364-4-443 Ed.2	<i>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</i>	1995	A1 (1998)
	IEC 60364-4-444 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 44: Protection against overvoltages – Section 444: Protection against electromagnetic interferences (EMI) in installations of buildings</i>	1996	
	IEC 60364-4-45 Ed.1	<i>Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 45: Protection against undervoltage</i>	1984	