

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD**

Publication 364-4 41

Deuxième édition — Second edition
1982

Installations électriques des bâtiments

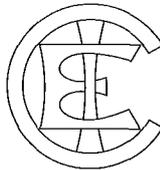
Quatrième partie Protection pour assurer la sécurité

Chapitre 41 Protection contre les chocs électriques

Electrical installations of buildings

Part 4 Protection for safety

Chapter 41 Protection against electric shock



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés — Copyright all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV) which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI**

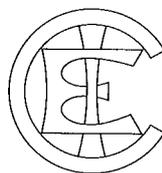
**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD**

Publication 364 4-41

Deuxième édition — Second edition
1982

Installations électriques des bâtiments
Quatrième partie Protection pour assurer la sécurité
Chapitre 41 Protection contre les chocs électriques

Electrical installations of buildings
Part 4 Protection for safety
Chapter 41 Protection against electric shock



© CEI 1982

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
4 Protection pour assurer la sécurité	6
400 1 Introduction	6
41 Protection contre les chocs électriques	6
410 1 Généralités	6
411 Protection contre les contacts directs et contre les contacts indirects	8
411 1 Protection par très basse tension de sécurité	8
411 2 Protection par limitation de l'énergie de décharge (à l'étude)	12
411 3 Très basse tension fonctionnelle	12
412 Protection contre les contacts directs	14
412 1 Protection par isolation des parties actives	14
412 2 Protection au moyen de barrières ou d'enveloppes	14
412 3 Protection au moyen d'obstacles	16
412 4 Protection par mise hors de portée par éloignement	16
412 5 Protection complémentaire par dispositifs à courant différentiel-résiduel	18
413 Protection contre les contacts indirects	20
413 1 Protection par coupure automatique de l'alimentation	20
413 2 Protection par emploi de matériels de la classe II ou par isolation équivalente	30
413 3 Protection dans les locaux (ou emplacements) non conducteurs	34
413 4 Protection par liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre	36
413 5 Protection par séparation électrique	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
4 Protection for safety	7
400 1 Introduction	7
41 Protection against electric shock	7
410 1 General	7
411 Protection against electric shock both in normal service and in case of a fault (protection against both direct and indirect contact)	9
411 1 Protection by safety extra-low voltage	9
411 2 Protection by limitation of discharge energy (under consideration)	13
411 3 Functional extra-low voltage	13
412 Protection against electric shock in normal service (protection against direct contact, or basic protection)	15
412 1 Protection by insulation of live parts	15
412 2 Protection by barriers or enclosures	15
412 3 Protection by obstacles	17
412 4 Protection by placing out of reach	17
412 5 Additional protection by residual current devices	19
413 Protection against electric shock in case of a fault (protection against indirect contact)	21
413 1 Protection by automatic disconnection of supply	21
413 2 Protection by use of Class II equipment or by equivalent insulation	31
413 3 Protection by non-conducting location	35
413 4 Protection by earth-free local equipotential bonding	37
413 5 Protection by electrical separation	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DES BÂTIMENTS

Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité

Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 64 de la CEI: Installations électriques des bâtiments

Elle constitue la deuxième édition de la Publication 364-4-41 de la CEI et comprend la Modification n° 1 (mai 1979), la Modification n° 2 (octobre 1981) et la Publication 364-4-41A (1981)

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Pretoria en 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 64(Bureau Central)110, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1981

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne	France
Argentine	Italie
Canada	Japon
Danemark	Pays-Bas
Egypte	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse

Note — La Modification n° 2 insérait la figure 41C au paragraphe 412.4.1; c'est pourquoi cette figure paraît, dans la première édition, avant la figure 41B et le tableau 41A qui font partie de l'article 413.1

Etant donné que ces références sont citées dans d'autres publications, il est approprié de garder la même numérotation dans la deuxième édition

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 65: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau
- 439: Ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine
- 449: Domaines de tensions des installations électriques des bâtiments

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS OF BUILDINGS**Part 4: Protection for safety****Chapter 41: Protection against electric shock**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 64: Electrical Installations of Buildings

It forms the second edition of IEC Publication 364-4-41 and includes Amendment No. 1 (May 1979), Amendment No. 2 (October 1981) and Publication 364-4-41A (1981)

A draft was discussed at the meeting held in Pretoria in 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 64(Central Office)110, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1981

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Argentina	Italy
Canada	Japan
Denmark	Netherlands
Egypt	Sweden
France	Switzerland
Germany	United States of America

Note – Amendment No. 2 introduced Figure 41C in Sub-clause 412.4.1, and it therefore appears in the first edition before Figure 41B and Table 41A which are part of Clause 413.1

Because these latter references are quoted in other publications, it has been considered advisable to leave their numbers unchanged also in the second edition

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos 65: Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Apparatus for Household and Similar General Use
- 439: Factory-built Assemblies of Low-voltage Switchgear and Controlgear
- 449: Voltage Bands for Electrical Installations of Buildings

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DES BÂTIMENTS

Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité

Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques

4 PROTECTION POUR ASSURER LA SÉCURITÉ

400 1 Introduction

400 1 1 Les chapitres 41 à 46 contiennent les prescriptions essentielles pour assurer la protection des personnes, des animaux d'élevage et des biens. Le chapitre 47 traite des prescriptions pour l'application et la coordination de ces mesures de protection. Le chapitre 48 précise les règles particulières en fonction de certaines conditions d'influences externes. Les prescriptions pour le choix et l'installation des matériels sont spécifiées dans la cinquième partie et les prescriptions relatives aux essais dans la sixième partie.

400 1 2 Les mesures de protection peuvent être appliquées à une installation complète, à une partie d'installation ou à un matériel.

Si certaines conditions d'une mesure de protection ne sont pas respectées, des mesures complémentaires doivent être prises afin d'assurer, par de telles mesures de protection combinées, le même niveau de sécurité que celui de la mesure complète.

Note – Un exemple d'application de cette règle est donné dans l'article 411 3.

400 1 3 L'ordre dans lequel les mesures de protection sont décrites n'implique aucune notion d'importance relative.

41 PROTECTION CONTRE LES CHOCS ÉLECTRIQUES

410 1 Généralités

La protection contre les chocs électriques doit être prévue en appliquant les mesures appropriées spécifiées dans les sections:

- 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,
- comme prescrit par la section 471 et le chapitre 48.

ELECTRICAL INSTALLATIONS OF BUILDINGS

Part 4: Protection for safety

Chapter 41: Protection against electric shock

4 PROTECTION FOR SAFETY

400 1 Introduction

400 1 1 Chapters 41 to 46 specify essential requirements for protection of persons, livestock and property Chapter 47 deals with the application and co-ordination of these requirements and Chapter 48 qualifies those requirements in relation to particular classes of external influences Requirements for the selection and erection of equipment are specified in Part 5 and test requirements in Part 6

400 1 2 Protective measures may be applicable to an entire installation, to a part, or to an item of equipment

If certain conditions of a protective measure are not satisfied, supplementary measures shall be taken to ensure by such combined protective measures the same degree of safety as complete compliance with those conditions

Note – An example of the application of this rule is given in Clause 411 3

400 1 3 The order in which the protective measures are specified does not imply any relative importance

41 PROTECTION AGAINST ELECTRIC SHOCK

410 1 General

Protection against electric shock shall be provided by application of the appropriate measures specified in Sections:

- 411 for protection both in normal service and in case of a fault, or
- 412 for protection in normal service, and
- 413 for protection in case of a fault,

as required by Section 471 and Chapter 48

411 PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS ET CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS

411 1 Protection par très basse tension de sécurité

411 1 1 La protection contre les chocs électriques est considérée comme assurée tant contre les contacts directs que contre les contacts indirects lorsque :

- la tension nominale ne peut être supérieure à la limite supérieure du domaine I*,
- la source d'alimentation est une source de sécurité aux termes du paragraphe 411 1 2, et
- toutes les conditions du paragraphe 411 1 3 sont remplies

Notes 1 – Lorsqu'une des prescriptions énoncées aux paragraphes 411 1 2 et 411 1 3 n'est pas satisfaite, l'installation ne peut pas être considérée comme protégée par la très basse tension de sécurité. Elle est alors considérée comme une très basse tension fonctionnelle et doit être soumise aux mesures de protection contre les chocs électriques prescrites à l'article 411 3 pour la très basse tension fonctionnelle

2 – 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 semi-conducteurs, 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

3 – Des limites plus basses peuvent être spécifiées pour certaines influences externes (à l'étude)

411 1 2 Sources de sécurité

411 1 2 1 Un transformateur de sécurité (à l'étude)

Note – La rigidité diélectrique nécessaire peut être vérifiée par application d'une tension d'essai particulièrement élevée ou être obtenue par la présence d'un écran séparant l'enroulement primaire de l'enroulement secondaire et relié à la terre

411 1 2 2 Une source de courant assurant un degré de sécurité équivalent à celui d'un transformateur de sécurité décrit au paragraphe 411 1 2 1 (par exemple moteur-générateur avec enroulements présentant une séparation équivalente)

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 au paragraphe 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 – Des matériels d'essai d'isolement sont des exemples de tels dispositifs

411 1 3 Conditions d'installation des circuits

411 1 3 1 Les parties actives des circuits à très basse tension de sécurité 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

* Voir la Publication 449 de la CEI: Domaines de tensions des installations électriques des bâtiments

**411 PROTECTION AGAINST ELECTRIC SHOCK BOTH IN NORMAL SERVICE
AND IN CASE OF A FAULT**
(Protection against both direct and indirect contact)

411 1 Protection by safety extra-low voltage

411 1 1 Protection against electric shock both in normal service and in case of a fault is deemed to be ensured when:

- the nominal voltage cannot exceed the upper limit of Voltage Band I*,
- the supply is from one of the safety sources listed in Sub-clause 411 1 2, and
- the conditions of Sub-clause 411 1 3 are fulfilled

Notes 1 – If any one of the requirements of Sub-clauses 411 1 2 and 411 1 3 is not satisfied, the system is deemed not to be protected by safety extra-low voltage. It may be known as a functional extra-low voltage system and be subject to the relevant requirements specified in Clause 411 3

2 – If the system is supplied from a higher voltage system by other equipment such as autotransformers, potentiometers, semiconductor devices, etc., the output circuit is deemed to be an extension of the input circuit and should be protected by the protective measures applied to the input circuit

3 – For certain external influences lower voltage limits may be required (under consideration)

411 1 2 Safety sources

411 1 2 1 A safety isolating transformer (under consideration)

Note – The use of a particularly high test voltage or the interposition of an earthed screen separating the primary from the secondary winding are recognized as means of ensuring the necessary high degree of isolation

411 1 2 2 A source of current providing a degree of safety equivalent to that of the safety isolating transformer specified in Sub-clause 411 1 2 1 (e.g. motor generators with windings providing equivalent isolation)

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 Sub-clause 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 – Examples of such devices include insulation testing equipment

411 1 3 Arrangement of circuits

411 1 3 1 Live parts of safety extra-low voltage circuits shall not be connected to earth or to live parts or protective conductors forming part of other circuits

* See IEC Publication 449: Voltage Bands for Electrical Installations of Buildings

411 1 3 2 Les masses des matériels électriques ne doivent être reliées intentionnellement:

- ni à la terre;
- ni à des conducteurs de protection ou des masses d'autres installations;
- 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 très basse tension de sécurité du circuit considéré

Note – Si les masses des circuits à très basse tension de sécurité 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 très basse tension de sécurité, mais sur les mesures de protection dont ces dernières masses font l'objet

411 1 3 3 Les parties actives des circuits à très basse tension de sécurité doivent être séparées électriquement des circuits à tension plus élevée. 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 – En particulier, une séparation électrique au moins équivalente à celle prévue entre les enroulements primaire et secondaire d'un transformateur de sécurité est nécessaire dans tous les matériels électriques, tels que les relais, les contacteurs, les interrupteurs auxiliaires, entre les parties actives du circuit secondaire et une partie quelconque d'un circuit de tension plus élevée

411 1 3 4 Les conducteurs du circuit à très basse tension de sécurité 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 du circuit à très basse tension 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 du circuit à très basse tension soient isolés, soit individuellement soit collectivement, pour la tension la plus élevée mise en jeu

411 1 3 5 Les prises de courant 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 alimentations, et
- les socles ne doivent pas comporter de contact de protection

411 1 3 6 Les sources de sécurité 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 7 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:

- par des barrières ou enveloppes présentant au moins un degré de protection IP2X, ou
- par une isolation pouvant supporter une tension de 500 V pendant 1 min

411 1 3 2 Exposed conductive parts shall not intentionally be connected to

- earth, or
- protective conductors or exposed conductive parts of another system, 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 limit of the safety extra-low voltage circuit

Note – If the exposed conductive parts of safety extra-low voltage 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 safety extra-low voltage but on the protective measure to which the latter exposed conductive parts are subject

411 1 3 3 Live parts of safety extra-low voltage circuits shall be electrically separated from higher voltage circuits. Arrangements shall ensure electrical separation not less than that between the input and output of a safety isolating transformer

Note – In particular, electrical separation not less than that provided between the input and 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

411 1 3 4 Safety extra-low voltage circuit conductors shall preferably be physically separated from those of any other circuit conductors. Where this requirement is impracticable, one of the following arrangements is required

- safety extra-low voltage circuit conductors shall be enclosed in a non-metallic sheath additional 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 be sufficient only for the voltage of the circuit of which it is a part

- circuits at different voltages may be contained in a multiconductor cable or other grouping of conductors but the conductors of safety extra-low voltage circuits shall be insulated, individually or collectively, for the highest voltage present

411 1 3 5 Plugs and socket-outlets shall comply with the following requirements:

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

411 1 3 6 Mobile safety sources such as 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 Clause 413 2)

411 1 3 7 If the nominal voltage exceeds 25 V a c r m s or 60 V ripple-free d c , protection against electric shock in normal service shall be provided by:

- barriers or enclosures affording the degree of protection at least IP2X, or
- insulation capable of withstanding a test voltage of 500 V for 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)

411 2 Protection par limitation de l'énergie de décharge

A l'étude

411 3 Très basse tension fonctionnelle

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 très basse tension de sécurité ne sont pas respectées, et lorsqu'une très basse tension de sécurité n'est pas nécessaire, il y a lieu de prendre les mesures de protection complémentaires décrites aux paragraphes 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 «très basse tension fonctionnelle».

Note – De telles conditions peuvent, par exemple, se rencontrer dans des circuits à très basse tension lorsqu'un point du circuit à très basse tension est relié à la terre ou 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 Dispositions concernant la protection contre les contacts directs

411 3 2 1 Si la très basse tension fonctionnelle provient d'une source de sécurité conforme au paragraphe 411 1 2 et si tous les matériels du circuit à très basse tension sont séparés des autres circuits conformément aux paragraphes 411 1 3 3 et 411 1 3 4, une protection contre les contacts directs doit être assurée:

- soit au moyen de barrières ou enveloppes satisfaisant aux conditions du paragraphe 412 2 1,
- soit au moyen d'une isolation capable de supporter une tension d'essai de 500 V valeur efficace en courant alternatif pendant 1 min

Cette prescription ne s'oppose pas à l'installation ni à l'utilisation, sans protection complémentaire, de matériels ne présentant pas de protection contre les contacts directs s'ils sont conformes aux normes correspondantes de la CEI assurant un niveau équivalent de sécurité, telle que la Publication 65 de la CEI: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau

411 3 2 2 Si la très basse tension fonctionnelle ne provient pas d'une source de sécurité conforme au paragraphe 411 1 2 ou si tous les matériels du circuit à très basse tension ne satisfont pas aux conditions des paragraphes 411 1 3 3 et 411 1 3 4, 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 requise pour le circuit primaire

Il est permis d'alimenter par le circuit à très basse tension fonctionnelle des matériels dont l'isolation correspond par construction à une tension d'essai inférieure à la tension minimale requise pour le circuit primaire, sous réserve que l'isolement des parties accessibles non conductrices soit renforcé, lors de la mise en œuvre, pour pouvoir supporter une tension d'essai de 1500 V valeur efficace en courant alternatif 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

If the nominal voltage does not exceed 25 V a c r m s or 60 V ripple-free d c , protection against electric shock in normal service is generally unnecessary; however, certain conditions of external influences (under consideration) may necessitate it

411 2 Protection by limitation of discharge energy

Under consideration

411 3 Functional extra-low voltage

411 3 1 General

Where, for functional reasons, a voltage within Band I is used but all the requirements of Clause 411 1 relating to safety extra-low voltage are not fulfilled, and where safety extra-low voltage is not necessary, the supplementary measures described in Sub-clauses 411 3 2 and 411 3 3 shall be taken to ensure protection against electric shock in normal service and in case of a fault. This combination of measures is named “functional extra-low voltage”

Note – Such conditions may, for example, be encountered where a circuit at extra-low voltage has one point of the circuit connected to earth or where 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 electric shock in normal service

411 3 2 1 If the functional extra-low voltage circuit is supplied from a safety source complying with Sub-clause 411 1 2 and if all the equipment of the circuit at extra-low voltage is separated from other circuits in accordance with Sub-clauses 411 1 3 3 and 411 1 3 4, protection against electric shock in normal service shall be ensured either by:

- barriers or enclosures in accordance with Sub-clause 412 2 1, or
- insulation capable of withstanding a test voltage of 500 V a c r m s for 1 min

This requirement does not exclude the installation or use without supplementary protection of equipment not affording protection against electric shock in normal service if the equipment conforms with the relevant IEC standards, ensuring an equivalent degree of safety, for example, IEC Publication 65: Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Apparatus for Household and Similar General Use

411 3 2 2 If the functional extra-low voltage is not supplied from a safety source complying with Sub-clause 411 1 2, or if any of the equipment of the circuit does not satisfy Sub-clauses 411 1 3 3 and 411 1 3 4, protection against electric shock in normal service shall be provided either by:

- barriers or enclosures in accordance with Clause 412 2, or
- insulation corresponding to the minimum voltage required for the primary circuit

It is permissible to supply by the circuit at functional extra-low voltage equipment having insulation corresponding by construction with a test voltage lower than the minimum required for the primary circuit, provided that the insulation of non-conductive accessible parts by reinforcement during erection, can withstand a test voltage of 1500 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 *Dispositions concernant la protection contre les contacts indirects*

411 3 3 1 Lorsque le circuit à très basse tension fonctionnelle a un point relié à la terre mais que toutes les autres conditions de l'article 411 1 sont satisfaites, aucune mesure de protection complémentaire contre les contacts indirects n'est nécessaire

411 3 3 2 Si la très basse tension fonctionnelle ne provient pas d'une source de sécurité conforme au paragraphe 411 1 2 ou si tous les matériels du circuit à très basse tension ne satisfont pas aux conditions des paragraphes 411 1 3 3 et 411 1 3 4, une protection contre les contacts indirects doit être assurée :

- soit par la connexion des masses des matériels du circuit à très basse tension fonctionnelle 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 à très basse tension fonctionnelle au conducteur de protection du circuit primaire,
- soit par la connexion des masses des matériels du circuit à très basse tension fonctionnelle 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 très basse tension fonctionnelle doivent être choisies de sorte qu'il ne soit pas possible d'introduire des fiches de circuit à très basse tension fonctionnelle dans des socles alimentés sous d'autres tensions, et que les fiches d'autres circuits ne puissent être introduites dans les socles à très basse tension fonctionnelle

412 PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS

412 1 **Protection par isolation des parties actives**

Note – 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 – Lorsque l'isolation est réalisée au cours de l'installation, la qualité de cette isolation doit être vérifiée par des essais analogues à ceux destinés à vérifier la qualité de l'isolation des matériels semblables fabriqués en usine

412 2 **Protection au moyen de barrières ou d'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 IP2X; toutefois, si des ouvertures plus grandes se produisent

411 3 3 *Protection against electric shock in case of a fault*

411 3 3 1 Where the functional extra-low voltage circuit has a point connected to earth but all other requirements of Clause 411 1 are satisfied, supplementary measures for protection against electric shock in case of a fault are not necessary

411 3 3 2 If the functional extra-low voltage circuit is not supplied from a safety source complying with Sub-clause 411 1 2, or if any of the equipment of the circuit does not satisfy Sub-clauses 411 1 3 3 and 411 1 3 4, protection against electric shock in case of a fault shall be provided either by:

- connection of the exposed conductive parts of the equipment of the functional extra-low voltage circuit to the protective conductor of the primary circuit, provided that the latter is subject to one of the protective measures by automatic disconnection of supply described in Clause 413 1, this does not preclude the connection of a live conductor of the functional extra-low voltage circuit to the protective conductor of the primary circuit; or,
- connection of the exposed conductive parts of the equipment of the functional extra-low voltage circuit to the non-earthed equipotential bonding conductor of the primary circuit where protection by electrical separation in accordance with Clause 413 5 is applied to the primary circuit

411 3 4 *Plugs and socket-outlets*

Plugs and socket-outlets for functional extra-low voltage shall be so selected that it is not possible for functional extra-low voltage plugs to be inserted in socket-outlets supplied at other voltages and that the plugs of other circuits cannot be inserted in functional extra-low voltage socket-outlets

412 PROTECTION AGAINST ELECTRIC SHOCK IN NORMAL SERVICE (Protection against direct contact, or basic protection)

412 1 **Protection by insulation of live parts**

Note – 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 – 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 **Protection by 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 IP2X except that, where larger openings occur during the replacement of parts, such as certain

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 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,
- soit si une deuxième barrière possédant au moins le degré de protection 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 3 Protection au moyen d'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 Protection par 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, page 18)

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 will be 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 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 IP2X prevents contact with live parts, such a barrier being removable only by the use of a key or tool

412 3 Protection by 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 Protection by 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, page 19)

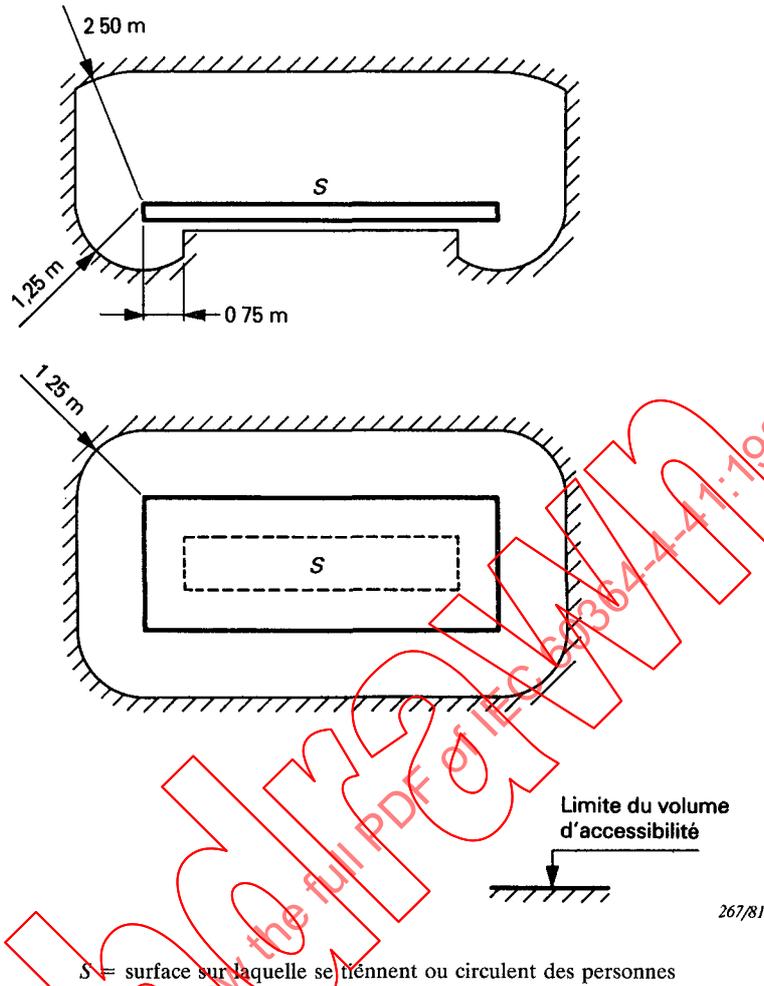


FIG 41C – Volume d'accessibilité

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 listeau de protection, rambarde, panneau grillagé) présentant un degré de protection inférieur à IP2X, le volume d'accessibilité commence 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 IP2X.

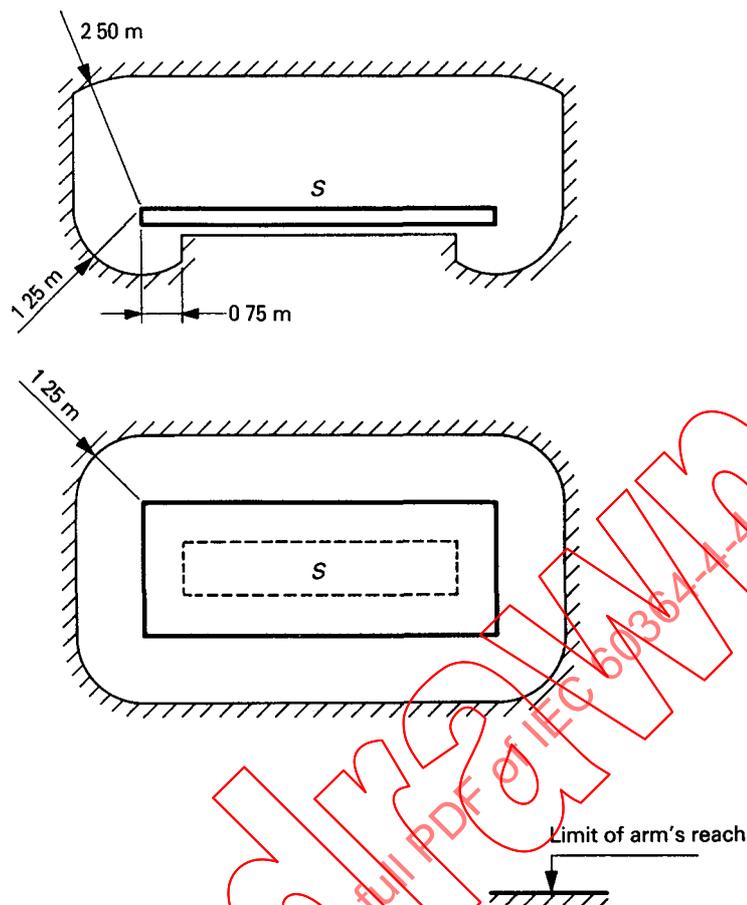
Note – Les distances du volume d'accessibilité supposent un contact directement avec les mains nues sans intermédiaire (par exemple outil ou échelle).

412 4 3 Dans les emplacements où des objets conducteurs de grande longueur ou volumineux sont couramment manipulés, les distances prescrites aux paragraphes 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 directs ou en cas d'imprudence des usagers.



267/81

S = surface expected to be occupied by persons

FIG 41C – Zone of arm's reach

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 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 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 Sub-clauses 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 for protection against electric shock in normal service.

412 5 1 The use of residual current devices, with a rated operating residual current not exceeding 30 mA, is recognized as additional protection against electric shock in normal service in case of failure of other protective measures or carelessness by users.

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

413 PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS

413 1 Protection par coupure automatique de l'alimentation

Notes 1 – La coupure automatique de l'alimentation, après l'apparition d'un défaut, est destinée à empêcher le maintien d'une tension de contact dont la durée pourrait provoquer un danger

2 – Des prescriptions particulières pour les installations en courant continu sont à l'étude

3 – Pour la classification des schémas des liaisons à la terre, voir l'article 312 2

413 1 1 Généralités

413 1 1 1 Cette mesure de protection nécessite la coordination entre:

- le schéma des liaisons à la terre (voir l'article 312 2), et
- les caractéristiques des dispositions de protection (voir le chapitre 53)

413 1 1 2 Les masses doivent être reliées à un conducteur de protection dans les conditions précisées aux paragraphes 413 1 3 à 413 1 5 pour chacun des schémas des liaisons à la terre.

Des masses simultanément accessibles doivent être reliées à la même prise de terre

413 1 1 3 Un dispositif de protection doit séparer automatiquement de l'alimentation la partie d'installation protégée par ce dispositif de telle façon que, à la suite d'un défaut dans cette partie, une tension de contact ne puisse se maintenir dans aucune partie de l'installation à une valeur supérieure à celle donnée au tableau 41A et représentée sur la figure 41B, page 24, en fonction du temps correspondant

Notes 1 – Des valeurs moins élevées peuvent être spécifiées dans certaines conditions

2 – Des valeurs plus élevées peuvent être admises dans des installations de production et de distribution d'énergie électrique

3 – Dans le schéma IT, la coupure automatique n'est généralement pas exigée lors de l'apparition d'un premier défaut (voir le paragraphe 413 1 5)

413 1 1 4 La tension limite conventionnelle U_L dans les conditions normales est égale à 50 V, valeur efficace en courant alternatif, ou 120 V en courant continu lisse

Des valeurs moins élevées peuvent être spécifiées dans certaines conditions

413 1 1 5 Sans tenir compte de la valeur de la tension de contact, le temps de coupure pour des parties d'installations particulières n'alimentant que des matériels installés à poste fixe ne doit pas être supérieur à 5 s, à condition qu'une distinction claire et permanente puisse être faite entre les parties de l'installation qui n'alimentent que des matériels installés à poste fixe et les parties de l'installation prévues pour alimenter des matériels mobiles ou portatifs comportant des masses susceptibles d'être tenues à la main (par exemple matériel alimenté à partir de prises de courant)

Note – Une distinction claire et permanente signifie qu'un défaut survenant dans l'installation fixe ne doit pas affecter la sécurité présentée par des matériels mobiles ou portatifs dans les conditions définies au tableau 41A ou à la figure 41B, page 24

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 protective measures specified in Clauses 412 1 to 412 4

413 PROTECTION AGAINST ELECTRIC SHOCK IN CASE OF A FAULT (Protection against indirect contact)

413 1 Protection by automatic disconnection of supply

Notes 1 – Automatic disconnection of supply, after occurrence of a fault, is intended to prevent a touch voltage persisting for such time that a danger could arise

2 – Particular requirements for d c systems are under consideration

3 – For classification of types of system earthing, see Clause 312 2

413 1 1 General

413 1 1 1 This protective measure necessitates co-ordination of:

- the type of system earthing (see Clause 312 2), and
- the characteristics of protective devices (see Chapter 53)

413 1 1 2 Exposed conductive parts shall be connected to a protective conductor under the conditions specified in Sub-clauses 413 1 3 to 413 1 5 for each type of system earthing

Simultaneously accessible exposed conductive parts shall be connected to the same means of earthing

413 1 1 3 A protective device shall automatically disconnect the supply to the part of the installation protected by that device, so that, following a fault in that part, a touch voltage cannot be maintained at any point of the installation in excess of the voltages and in times stated in Table 41A or shown in Figure 41B, page 25

Notes 1 – Lower values may be required in special conditions

2 – Higher values may be admitted in systems for electrical power generation and distribution

3 – For IT systems, automatic disconnection is not usually required on the occurrence of a first fault (see Sub-clause 413 1 5)

413 1 1 4 The conventional voltage limit U_L in normal conditions is 50 V a c r m s or 120 V ripple-free d c

Lower values may be required in special conditions

413 1 1 5 Irrespective of values of touch voltage, for parts of particular installations which only supply equipment at fixed points, the disconnecting time shall not exceed 5 s provided that a clear and permanent distinction exists between those parts of the installation and the parts intended to supply portable, mobile and other equipment having hand-held exposed conductive parts (for example, equipment supplied from socket-outlets)

Note – A clear and permanent distinction means that a fault which occurs in the fixed installation cannot impair the safety of equipment with hand-held exposed conductive parts such as to require conformity with Table 41A or Figure 41B, page 25

TABLEAU 41A

Durée maximale de maintien de la tension de contact présumée

Temps de coupure maximal (s)	Tension de contact présumée	
	Courant alternatif valeur efficace (V)	Courant continu (V)
∞	< 50	< 120
5	50	120
1	75	140
0,5	90	160
0,2	110	175
0,1	150	200
0,05	220	250
0,03	280	310

Notes 1 – La colonne « courant continu » du tableau 41A se réfère au courant continu lisse provenant, par exemple, d'accumulateurs. Si la source d'alimentation est du courant alternatif redressé, les valeurs de la colonne pour le courant alternatif sont applicables. Des valeurs appropriées en courant alternatif redressé sont à l'étude.

2 – La forme d'onde de la tension de contact présumée en courant continu peut varier suivant le mode d'alimentation et dépend des caractéristiques du circuit de défaut.

413 1 2 *Liaison équipotentielle principale*

413 1 2 1 Dans chaque bâtiment, un conducteur principal d'équipotentialité doit, conformément aux prescriptions du chapitre 54, réunir les éléments suivants:

- conducteur principal de protection;
- conducteur principal de terre;
- canalisation collective d'eau;
- canalisation collective de gaz;
- colonnes montantes de chauffage central et de climatisation

Note – Il est recommandé d'y inclure en outre les éléments métalliques de la construction et les éléments métalliques d'autres canalisations de toute nature.

413 1 3 *Schéma TN*

413 1 3 1 Toutes les masses doivent être reliées par des conducteurs de protection au point de l'alimentation mis à la terre.

En général, le point mis à la terre est le point neutre. Lorsque aucun point neutre n'est disponible ni accessible, un conducteur de phase peut être mis à la terre dans le poste de transformation. Dans ce cas, le conducteur de phase et le conducteur de protection ne doivent pas être combinés.

413 1 3 2 Le conducteur de protection doit être mis à la terre à proximité de chaque transformateur de puissance ou de chaque génératrice de l'installation. 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. Pour la même raison, il est recommandé de relier le conducteur de protection à la terre au point d'entrée de chaque bâtiment ou établissement.

TABLE 41A

Maximum prospective touch voltage duration

Maximum disconnecting time (s)	Prospective touch voltage	
	a c , r m s (V)	d c (V)
∞	< 50	< 120
5	50	120
1	75	140
0.5	90	160
0.2	110	175
0.1	150	200
0.05	220	250
0.03	280	310

Notes 1 – The d c column of Table 41A is related to ripple-free d c, for example from batteries. If the source of supply is rectified a c the a c column figures would apply. Specific values for rectified a c are under consideration.

2 – The prospective touch voltage on d c equipment can be of different waveform from the system voltage and is dependent on the fault circuit parameters.

413 1 2 *Main equipotential bonding*

413 1 2 1 In each building, a main equipotential bonding conductor, complying with Chapter 54, shall interconnect the following conductive parts:

- main protective conductor;
- main earth-continuity conductor;
- main water pipes;
- main gas pipes;
- risers of central heating and air-conditioning systems

Note – The additional interconnection of metallic parts of the building structure and other metal pipework is recommended.

413 1 3 *TN systems*

413 1 3 1 All exposed conductive parts shall be connected to the earthed point of the power system by protective conductors.

Generally the earthed point is the neutral point. If a neutral point of the power system is not available or not accessible, a phase conductor may be earthed at the transformer station. In this case, the phase conductor and the protective conductor shall not be combined.

413 1 3 2 The protective conductors shall be earthed near each power transformer or generator of the installation. 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 potential of protective conductors remains, in case of a fault, as near as possible to that of earth. For the same reason, it is recommended that protective conductors should be earthed where they enter any buildings or premises.

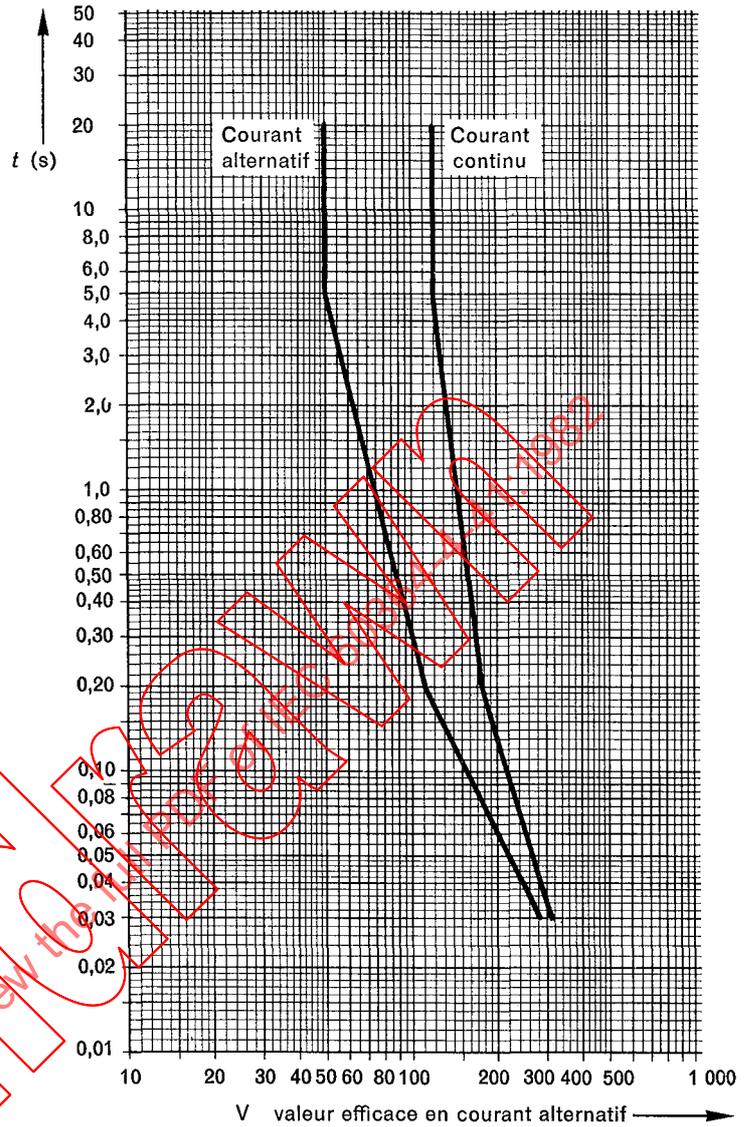


FIG 41B – Courbes de la durée de maintien de la tension de contact présumée d'après le tableau 41A

003/79

413 1 3 3 Les dispositifs de protection et les sections des conducteurs doivent être choisis de sorte que, s'il se produit en un endroit quelconque un défaut d'impédance négligeable entre un conducteur de phase et le conducteur de protection ou une masse, la coupure automatique soit effectuée en un temps au plus égal à la valeur spécifiée

Cette prescription est respectée si la condition suivante est remplie:

$$Z_s I_a \leq U_0$$

où:

Z_s = impédance de la boucle de défaut

I_a = courant assurant le fonctionnement du dispositif de coupure automatique en un temps au plus égal à celui spécifié au tableau 41A ou à 5 s dans le cas des installations particulières mentionnées au paragraphe 413 1 1 5

U_0 = tension nominale par rapport à la terre

Notes 1 – Dans une installation donnée, la valeur de Z_s peut être déterminée par le calcul ou par une mesure

2 – La valeur de la tension de contact présumée est déterminée à partir de la tension de l'installation et du rapport entre les impédances du conducteur de protection et de la boucle de départ

Lorsque cette condition ne peut être respectée, une liaison équipotentielle supplémentaire conforme au paragraphe 413 1 6 est nécessaire

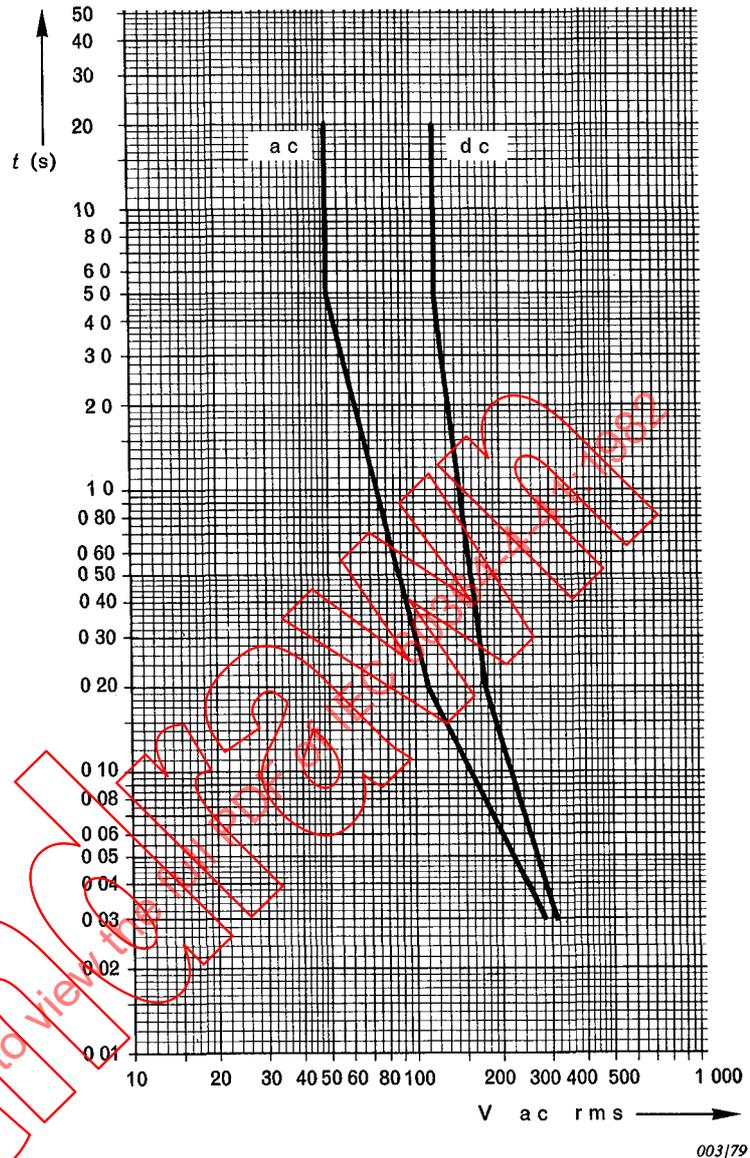


FIG 41B – Maximum prospective touch voltage duration curves according to Table 41A

413 1 3 3 The characteristics of protective devices and the cross-sectional areas of conductors shall be selected so that, if a fault of negligible impedance occurs anywhere between a phase conductor and a protective conductor or exposed conductive part, automatic disconnection of the supply will occur within the specified time

This requirement is met if the following condition is fulfilled:

$$Z_s I_a \leq U_0$$

where:

Z_s = fault loop impedance

I_a = current ensuring the automatic operation of the disconnecting protective device within the time stated in Table 41A or, for parts of the particular installations described in Sub-clause 413 1 1 5, within 5 s

U_0 = nominal voltage to earth

Notes 1 – Z_s may be calculated or be determined by measurement

2 – The value of the prospective touch voltage is calculated from the voltage of the system and the ratio of the impedances of the protective conductor and of the fault loop

If this condition cannot be fulfilled, supplementary bonding in accordance with Sub-clause 413 1 6 is necessary

413 1 3 4 Dans des cas exceptionnels où un défaut direct 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, en cas de défaut à la terre d'un conducteur de phase, présenter une tension par rapport à la terre supérieure à U_L :

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

où:

R_B = résistance globale de mise à la terre de toutes les prises de terre en parallèle

R_E = résistance minimale présumée 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

U_0 = tension nominale par rapport à la terre

U_L = tension limite conventionnelle

Note – Des prescriptions concernant l'application de cette règle seront données au chapitre 47

413 1 3 5 Dans les conducteurs et dans les câbles des installations fixes ayant une section nominale au moins égale à 10 mm² en cuivre ou 16 mm² en aluminium, un seul conducteur peut être utilisé à la fois comme conducteur de protection et comme conducteur neutre (conducteur PEN), sous réserve des conditions énoncées à l'article 546 2

La section minimale du conducteur utilisé à la fois comme conducteur neutre et comme conducteur de protection (PEN) peut être réduite à 4 mm² à condition que le câble soit d'un type concentrique entourant tous les conducteurs de phase et soit conforme à la norme correspondante de la CEI. L'installation de ce genre de câble doit satisfaire aux conditions particulières énoncées au chapitre 54

413 1 3 6 Dans ce schéma, les dispositifs de protection suivants peuvent être utilisés:

- dispositifs de protection à maximum de courant;
- dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel

Lorsque le conducteur neutre et le conducteur de protection sont combinés, la protection doit être assurée par des dispositifs à maximum de courant

Note – Dans le cas d'utilisation de dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel, les masses peuvent ne pas être raccordées au conducteur de protection du schéma TN lorsqu'elles sont reliées à une prise de terre dont la résistance est adaptée au courant de fonctionnement du dispositif de protection à courant différentiel-résiduel. Le circuit protégé par ce dispositif de protection à courant différentiel-résiduel doit alors être considéré suivant le schéma TT et les conditions du paragraphe 413 1 4 s'appliquent

Si, toutefois, il n'existe pas de prise de terre électriquement distincte, le raccordement des masses au conducteur de protection doit être effectué en amont du dispositif de protection à courant différentiel-résiduel

413 1 4 Schéma TT

413 1 4 1 Toutes les masses des matériels électriques protégées par un même dispositif de protection doivent être interconnectées et reliées par un conducteur de protection à une même prise de terre. Si plusieurs dispositifs de protection sont montés en série, cette prescription s'applique à chaque groupe de masses protégées par le même dispositif

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

413 1 3 4 In exceptional cases where a direct fault may occur between a phase conductor and earth, for example in overhead lines, the following condition shall be fulfilled in order that the protective conductor and the exposed conductive parts connected to it do not, in the case of a fault between phase and earth, reach a voltage to earth exceeding U_L :

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

where:

R_B = effective earthing resistance of all earth electrodes in parallel

R_E = minimum assumed earth contact resistance of extraneous conductive parts not connected to a protective conductor, through which a fault between phase and earth may occur

U_0 = nominal voltage to earth

U_L = conventional voltage limit

Note – Application requirements will be given in Chapter 47

413 1 3 5 In fixed installations a conductor of nominal cross-sectional area not less than 10 mm² in copper or 16 mm² in aluminium may serve both as protective conductor and neutral conductor (PEN conductor) provided that the requirements of Clause 546 2 are satisfied

The minimum cross-sectional area may, however, be 4 mm² where the conductor is a concentric conductor which encloses all the phase conductors in a cable complying with the relevant IEC standard. The installation of such cables shall comply with the particular conditions specified in Chapter 54

413 1 3 6 In these systems, use of the following protective devices is recognized:

- overcurrent protective devices;
- residual-current protective devices

Where the neutral and the protective conductors are combined, protection shall be afforded by overcurrent operated protective devices

Note – Where a residual current protective device is used for automatic disconnection, exposed conductive parts need not be connected to the TN earthing system protective conductors provided that they are connected to an earth electrode affording a resistance appropriate to the operating current of the residual-current protective device. The circuit thus protected is to be treated as a TT system and Sub-clause 413 1 4 applies

If, however, no separate earth electrode exists, connection of the exposed conductive parts to the protective conductor needs to be made on the source side of the residual-current-operated protective device

413 1 4 *TT systems*

413 1 4 1 All exposed conductive parts collectively protected by the same protective device shall be interconnected by protective conductors with 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 one does not exist, a phase conductor of each generator or transformer shall be earthed

413 1 4 2 Pour satisfaire aux prescriptions énoncées aux paragraphes 413 1 1 3 et 413 1 1 4, la condition suivante doit être remplie:

$$R_A I_a \leq U$$

où:

R_A = résistance de la prise de terre des masses

I_a = courant assurant le fonctionnement du dispositif de protection dans le temps de fonctionnement spécifié au tableau 41A suivant la valeur de la tension de contact présumée

U = tension limite conventionnelle U_L (voir le paragraphe 413 1 1 4), ou tension de contact présumée (voir le paragraphe 413 1 1 3) suivant le cas

Lorsqu'il est fait usage d'un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel, I_a est égal au courant différentiel-résiduel nominal de fonctionnement $I_{\Delta n}$ et U est égale à U_L

Lorsque cette condition ne peut être respectée, une liaison équipotentielle supplémentaire doit être réalisée conformément au paragraphe 413 1 6

413 1 4 3 Dans ce schéma sont utilisés de préférence des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel, mais l'utilisation de dispositifs de protection à tension de défaut n'est pas exclue. L'utilisation d'autres dispositifs de protection est à l'étude

413 1 5 Schéma IT

413 1 5 1 Les installations IT sont isolées de la terre ou reliées à la terre par une impédance suffisamment élevée, soit au point neutre de la source si celle-ci est couplée en étoile, soit à un point neutre artificiel. Le courant de défaut, en cas d'un seul défaut à la masse ou à la terre, est de faible intensité et une coupure n'est pas impérative. Des mesures doivent, cependant, être prises pour éviter tout danger en cas d'apparition de deux défauts simultanés

413 1 5 2 Aucun conducteur actif ne doit être relié directement à la terre dans l'installation

Note – Afin de réduire les surtensions et d'amortir les oscillations du potentiel de l'installation, des mises à la terre supplémentaires par l'intermédiaire d'impédances ou des points neutres artificiels peuvent être nécessaires; leurs caractéristiques doivent être 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

La condition suivante doit être remplie:

$$R_A I_d \leq U_L$$

où:

R_A = résistance de mise à la terre des masses reliées à une prise de terre

I_d = courant de défaut 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

U_L = tension limite conventionnelle (voir le paragraphe 413 1 1 4)

413 1 5 4 Si un contrôleur d'isolement est prévu pour indiquer l'apparition d'un premier défaut à la masse ou à la terre d'une partie active, ce dispositif doit:

- soit actionner un signal sonore ou visuel,
- soit couper automatiquement l'alimentation

Notes 1 – Il est recommandé d'éliminer un premier défaut dans un délai aussi court que possible

2 – Un contrôleur d'isolement peut être nécessaire pour des raisons autres que la protection contre les contacts indirects

413 1 4 2 For compliance with Sub-clauses 413 1 1 3 and 413 1 1 4, the following condition shall be fulfilled

$$R_A I_a \leq U$$

where:

R_A = resistance of the earth electrode for exposed conductive parts

I_a = operating current of the protective device in the disconnecting time stated in Table 41A, according to the prospective touch voltage

U = conventional voltage limit U_L (see Sub-clause 413 1 1 4), or touch voltage limit according to Sub-clause 413 1 1 3 according to the case

For use of a residual-current protective device, I_a is the rated operating residual current $I_{\Delta n}$ and U is U_L

If the condition cannot be fulfilled, supplementary bonding in accordance with Sub-clause 413 1 6 is necessary

413 1 4 3 In these systems, the use of residual-current protective devices is preferred, but the use of fault-voltage-operated protective devices is not excluded. The use of other protective devices is under consideration

413 1 5 IT systems

413 1 5 1 IT systems are isolated from earth or connected to earth through a sufficiently high impedance, either at the neutral (star)point of the system, or at an artificial (star)point. The fault current is low in the case of a single fault to an exposed conductive part or to earth and disconnection is not imperative. Measures shall be taken, however, to avoid danger 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

The following condition shall be fulfilled:

$$R_A I_d \leq U_L$$

where:

R_A = earthing resistance of exposed conductive parts connected to an earth electrode

I_d = fault current 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

U_L = conventional voltage limit (see Sub-clause 413 1 1 4)

413 1 5 4 If an insulation monitoring device is provided to indicate the occurrence of a first fault from a live part to exposed conductive parts or to earth, this device shall:

- release an audible and/or visual signal, or
- automatically disconnect the supply

Notes 1 – It is recommended that a first fault be eliminated with the shortest practicable delay

2 – An insulation monitoring device may be necessary for reasons other than protection against indirect contact

413 1 5 5 Après l'apparition d'un premier défaut, les conditions de protection et de coupure d'un deuxième défaut sont celles définies pour les schémas TN ou TT suivant que toutes les masses sont, ou non, interconnectées par un conducteur de protection

413 1 5 6 Dans le schéma IT, les dispositifs de protection suivants peuvent être utilisés:

- contrôleur d'isolement,
- dispositifs de protection à maximum de courant;
- dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel;
- dispositifs de protection à tension de défaut dans les conditions de l'article 544 2 (uniquement dans des cas particuliers)

413 1 6 *Liaison équipotentielle supplémentaire*

413 1 6 1 Si, dans une installation ou une partie d'installation, les conditions prescrites pour l'application des mesures de protection contre les contacts indirects faisant intervenir la coupure ne peuvent être respectées, il y a lieu d'assurer une liaison équipotentielle locale dite supplémentaire

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

413 1 6 2 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 3 La liaison équipotentielle supplémentaire doit être réalisée par des conducteurs de protection satisfaisant aux conditions indiquées au chapitre 54

413 1 6 4 En cas de doute, l'efficacité de la liaison équipotentielle supplémentaire est vérifiée en s'assurant que l'impédance Z entre toute masse considérée et tout élément conducteur simultanément accessibles remplit la condition suivante:

$$Z \leq \frac{U}{I_a}$$

où:

U = tension de contact présumée

I_a = courant de fonctionnement du dispositif de protection dans le temps spécifié au paragraphe 413 1 1

En pratique, pour les coupe-circuit à fusibles, il suffit de vérifier que cette condition est remplie pour la tension limite conventionnelle U_L et pour le courant de fonctionnement du fusible en un temps d'au plus 5 s

413 2 **Protection par emploi de 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 par l'utilisation:

413 2 1 1 de 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*

Note – Ces matériels sont marqués du symbole 

* Voir la Publication 439 de la CEI: Ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine

413 1 5 5 After the occurrence of a first fault, conditions for disconnection of supply in event of a second fault as specified for TN or TT systems shall apply, depending whether all exposed conductive parts are interconnected by a protective conductor

413 1 5 6 In IT systems, use of the following protective devices is recognized:

- insulation monitoring devices;
- overcurrent protective devices;
- residual-current protective devices;
- fault-voltage protective devices under the conditions of Clause 544 2 (only in special cases)

413 1 6 *Supplementary equipotential bonding*

413 1 6 1 If, in an installation or part of an installation, the specified conditions for protection against indirect contact, resulting in automatic disconnection of supply, cannot be fulfilled, it is necessary to provide a local bonding, known as supplementary equipotential bonding

Note – Supplementary equipotential bonding may involve the entire installation, a part of the installation, an item of apparatus, or a location

413 1 6 2 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 3 Supplementary equipotential bonding connections shall be made by protective conductors satisfying the conditions specified in Chapter 54

413 1 6 4 Where doubt exists regarding the effectiveness of supplementary equipotential bonding, it shall be confirmed that the impedance Z between simultaneously accessible exposed conductive parts and extraneous conductive parts fulfils the following condition:

$$Z \leq \frac{U}{I_a}$$

where:

U = prospective touch voltage limit

I_a = operating current of the protective device in the appropriate disconnecting time stated in Sub-clause 413 1 1

Where fuses are used, it is sufficient to confirm that the condition is fulfilled for the conventional voltage limit U_L and for the current ensuring the operation of the fuse within 5 s

413 2 **Protection by use of Class II equipment or by 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 by:

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*

Note – This equipment is identified by the symbol 

* See IEC Publication 439: Factory-built Assemblies of Low-voltage Switchgear and Controlgear

413 2 1 2 d'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 au paragraphe 413 2 1 1 et remplit les conditions spécifiées dans les paragraphes 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 d'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 au paragraphe 413 2 1 1 et remplit les conditions spécifiées dans les paragraphes 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 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 – Les prescriptions pour les lignes de fuite et les distances dans l'air sont à l'étude

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 sixième partie

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 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 Sub-clause 413 2 1 1 and complying with Sub-clauses 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 Sub-clause 413 2 1 1 and complying with Sub-clauses 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 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 – Requirements for creepage distances and clearances are under consideration

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 Part 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 of 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 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.