

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 364-4-41
Première édition — First edition
1977

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



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
1, 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**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication

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.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI

Autres 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 autres 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**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein

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.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other 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

Première édition — First edition
1977

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



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

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
4 Protection pour assurer la sécurité	8
400 1 Introduction	8
41 Protection contre les chocs électriques	8
410 1 Généralités	8
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	12
412 Protection contre les contacts directs	12
412 1 Protection par isolation des parties actives	12
412 2 Protection au moyen de barrières ou d'enveloppes	14
412 3 Protection au moyen d'obstacles	14
412 4 Protection par mise hors de portée par éloignement	14
412 5 Protection complémentaire par dispositifs à courant différentiel-résiduel	16
413 Protection contre les contacts indirects	16
413 1 Protection par coupure automatique de l'alimentation	16
413 2 Protection par emploi de matériels de la classe II ou par isolation équivalente	26
413 3 Protection dans les locaux (ou emplacements) non conducteurs	28
413 4 Protection par liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre	30
413 5 Protection par séparation électrique	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
4 Protection for safety	9
400 1 Introduction	9
41 Protection against electric shock	9
410 1 General	9
411 Protection against electric shock both in normal service and in case of a fault	9
411 1 Protection by safety extra-low voltage	9
411 2 Protection by limitation of discharge energy	13
412 Protection against electric shock in normal service (Protection against direct contact)	13
412 1 Protection by insulation of live parts	13
412 2 Protection by barriers or enclosures	15
412 3 Protection by obstacles	15
412 4 Protection by placing out of reach	15
412 5 Additional protection by residual current devices	17
413 Protection against electric shock in case of a fault (Protection against indirect contact)	17
413 1 Protection by automatic disconnection of supply	17
413 2 Protection by use of Class II equipment or by equivalent insulation	27
413 3 Protection by non-conducting location	29
413 4 Protection by earth-free local equipotential bonding	31
413 5 Protection by electrical separation	31

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

Cette norme remplace partiellement la Publication 364-3-1 de la CEI, dont le reste est remplacé par la Publication 364-3 de la CEI: Installations électriques des bâtiments, Troisième partie: Détermination des caractéristiques générales

Des projets de la présente norme furent discutés lors des réunions tenues à Bucarest en 1974 et à Ankara en 1975. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 64(Bureau Central)38, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1975.

En outre, le texte des paragraphes 411 1 2 1 et 413 1 3 4, documents 64(Bureau Central)53 et 54, fut diffusé pour approbation suivant la Procédure des Deux Mois en septembre 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur du projet de la Règle des Six Mois:

Autriche	Pays-Bas
Canada	Pologne
Etats-Unis d'Amérique	Roumanie
France	Royaume-Uni
Israël	Suisse
Japon	Turquie

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du paragraphe 411 1 2 1:

Afrique du Sud (République d') *	Pays-Bas
Allemagne	Pologne
Autriche	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark *	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	

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

This standard partly supersedes IEC Publication 364-3-1, the remainder of that report being superseded by IEC Publication 364-3, Electrical Installations of Buildings, Part 3, Assessment of General Characteristics

Drafts of this standard were discussed at the meetings held in Bucharest in 1974 and in Ankara in 1975. As a result of the latter meeting, a draft, Document 64(Central Office)38, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1975.

In addition, the wording of Sub-clause 411 1 2 1 and Sub-clause 413 1 3 4, Documents 64(Central Office)53 and 54, was circulated for approval under the Two Months' Procedure in September 1976.

The following countries voted explicitly in favour of the Six Months' Rule draft:

Austria	Poland
Canada	Romania
France	Switzerland
Israel	Turkey
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America

The following countries voted explicitly in favour of publication of Sub-clause 411 1 2 1:

Austria	Romania
Canada	South Africa (Republic of) *
Denmark *	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Netherlands	United States of America
Poland	

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du paragraphe 413 1 3 4:

Allemagne	Hongrie
Autriche	Italie
Canada	Pays-Bas
Danemark *	Roumanie
Egypte	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

* Ces pays ont cependant confirmé de nouveau leur vote négatif pour le document de la Règle des Six Mois

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme

- Publications n^{os} 439: Ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine
449: Domaines de tensions des installations électriques des bâtiments

The following countries voted explicitly in favour of publication of Sub clause 413 1 3 4:

Austria	Italy
Canada	Netherlands
Denmark *	Romania
Egypt	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Hungary	United States of America

* These countries reaffirmed, however, their negative vote on the Six Months' Rule document

Other IEC publications quoted in this standard

Publications Nos 439: Factory-built Assemblies of Low-voltage Switchgear and Controlgear

449: Voltage Bands for Electrical Installations of Buildings

Withdrawing
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-4-41:1977

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.

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.

411 PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS ET CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS

411 1 Protection par très basse tension de sécurité

Note — Des prescriptions particulières pour le courant continu sont à l'étude.

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 la plus élevée ne peut être supérieure à la limite supérieure du domaine I *,

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

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 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.

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 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

Note — Particular requirements for d.c. systems are under consideration.

411 1 1 Protection against electric shock is deemed to be ensured when

- the highest voltage cannot exceed the upper limit of Voltage Band I*, and

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

- 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 dans la section 471 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 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.

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 être reliées électriquement à la terre, ni à des parties actives, ni à des conducteurs de protection appartenant à d'autres circuits.

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

- ni avec la terre,
- ni avec des conducteurs de protection ou des masses d'autres installations,
- ni avec 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.

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 doit être prévue 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.

- 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 Section 471

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 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

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

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

411 1 3 3 Live parts of safety extra-low voltage circuits shall be electrically separate 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 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 différents 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 différents circuits 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 transformateurs de sécurité ou les groupes moteurs-générateurs mobiles doivent être choisis ou installés en conformité avec les règles de l'article 413 2

411 1 3 7 Lorsque la tension du circuit est supérieure à 25 V valeur efficace en courant alternatif, la protection contre les contacts directs doit être assurée

- par des barrières ou des enveloppes présentant un degré de protection IP 2X, ou
- par une isolation pouvant supporter une tension de 500 V pendant 1 min

En général, lorsque la tension nominale n'est pas supérieure à 25 V valeur efficace en courant alternatif, aucune protection contre les contacts directs n'est nécessaire

411 2 **Protection par limitation de l'énergie de décharge**

A l'étude

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, l'isolation doit être exécutée en une matière isolante capable de supporter d'une manière durable les contraintes mécaniques, électriques ou thermiques auxquelles elle peut être soumise. 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

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 isolating transformers or motor generators shall be selected or erected in accordance with Clause 413 2

411 1 3 7 If the nominal voltage exceeds 25 V a.c., r.m.s., protection against electric shock in normal service shall be provided by

- barriers or enclosures affording the degree of protection IP 2X, or
- insulation capable of withstanding a test voltage of 500 V for 1 min

If the nominal voltage does not exceed 25 V a.c., r.m.s., protection against electric shock in normal service is generally unnecessary

411 2 **Protection by limitation of discharge energy**

Under consideration

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 mechanical, electrical and thermal stresses to which it may be subjected in service. Paints, varnishes, lacquers and similar products alone are generally considered to provide inadequate insulation for protection against electric shock in normal service

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 répondant au moins au degré de protection IP 2X. Toutefois, si une ouverture plus grande que celle admise pour IP 2X est nécessaire pour permettre le remplacement de parties ou pour ne pas porter atteinte au bon fonctionnement des matériels électriques

- 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 IP 4X

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 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

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 IP 2X except that, where an opening larger than that admitted for IP 2X is necessary to allow the replacement of parts or to avoid interference with the proper functioning of electrical 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 IP 4X

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 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 — Placing out of reach is intended only to prevent unintentional contact with live parts

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

Note — Deux parties sont considérées comme simultanément accessibles si elles sont distantes de moins de 2,50 m

412 4 2 Lorsque l'espace sur lequel se tiennent et circulent normalement des personnes est limité par un obstacle (par exemple listeau de protection, rambarde, panneau grillagé) présentant un degré de protection inférieur à IP 2X, le volume d'accessibilité au toucher commence à partir de cet obstacle

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 conséquence

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

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 — Ces règles s'appliquent seulement aux installations en courant alternatif. Les prescriptions correspondantes 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.

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 d'impédance négligeable 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 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)

412 4 1 Simultaneously accessible parts at different voltages shall not be within arm's reach

Note — Parts are deemed to be simultaneously accessible if they are not more than 2 50 m apart

412 4 2 If a normally occupied position is restricted by an obstacle (e g handrail, mesh screen) affording a degree of protection less than IP 2X, arm's reach shall extend from that obstacle

412 4 3 In places where bulky or long conducting objects are normally handled, the distances required by Sub-clauses 412 4 1 and 412 4 2 shall be increased accordingly

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 The use of such devices is not recognised 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 — The requirements of this clause apply only to a c systems Corresponding 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 413 1 3 to 413 1 5 for each type of system 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 of negligible impedance in that part, a touch voltage cannot be maintained at any point of the installation in excess of the voltages and times stated in Table 41A or shown in Figure 41B

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 La tension limite conventionnelle U_L est la valeur maximale de la tension de contact présumée pouvant être maintenue indéfiniment, elle est égale à 50 V valeur efficace en courant alternatif
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

TABEAU 41A
*Durée maximale de maintien
de la tension de contact*

Tension de contact présumée (V)	Temps de fonctionnement maximal (s)
≤ 50	∞
50	5
75	1
90	0,5
110	0,2
150	0,1
220	0,05
280	0,03

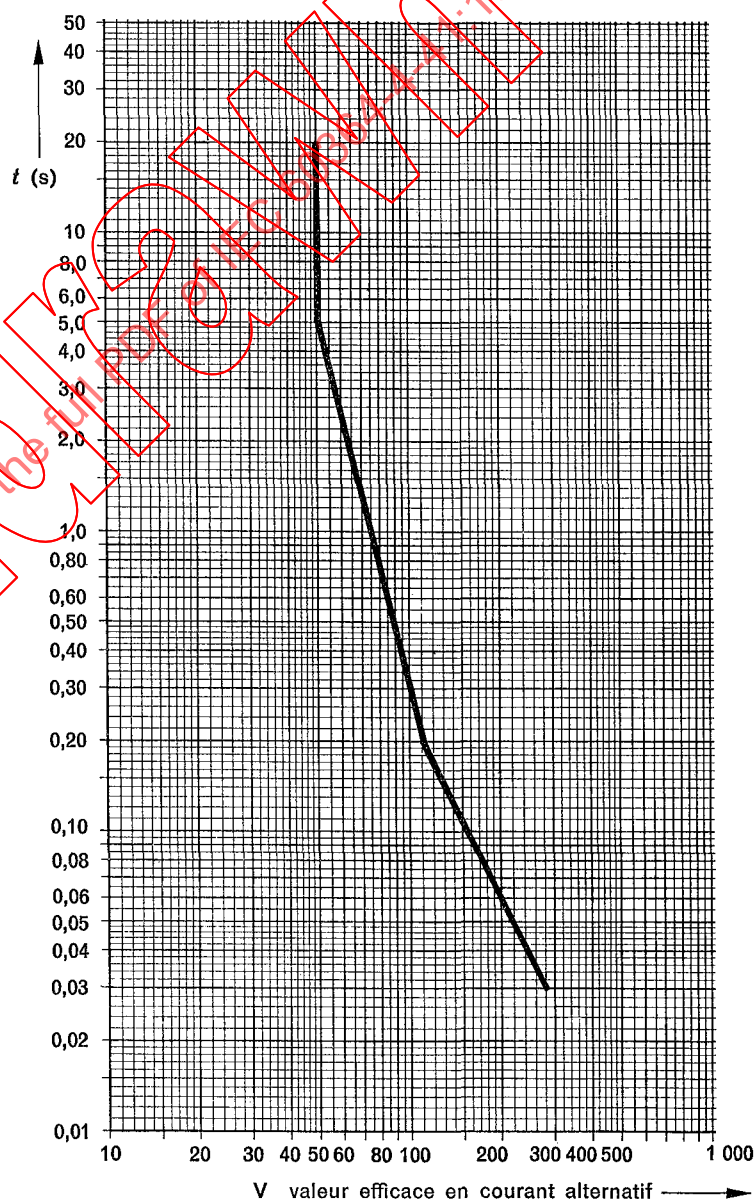


FIG 41B — Courbe de la tension de contact maximale en fonction du temps d'après le tableau 41A

413 1 1 4 The conventional voltage limit U_L is the maximum prospective touch voltage which can be maintained indefinitely and is equal to 50 V a c , r m s

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

TABLE 41A
Maximum touch voltage duration

Prospective touch voltage (V)	Maximum disconnecting time (s)
≤ 50	∞
50	5
75	1
90	0.5
110	0.2
150	0.1
220	0.05
280	0.03

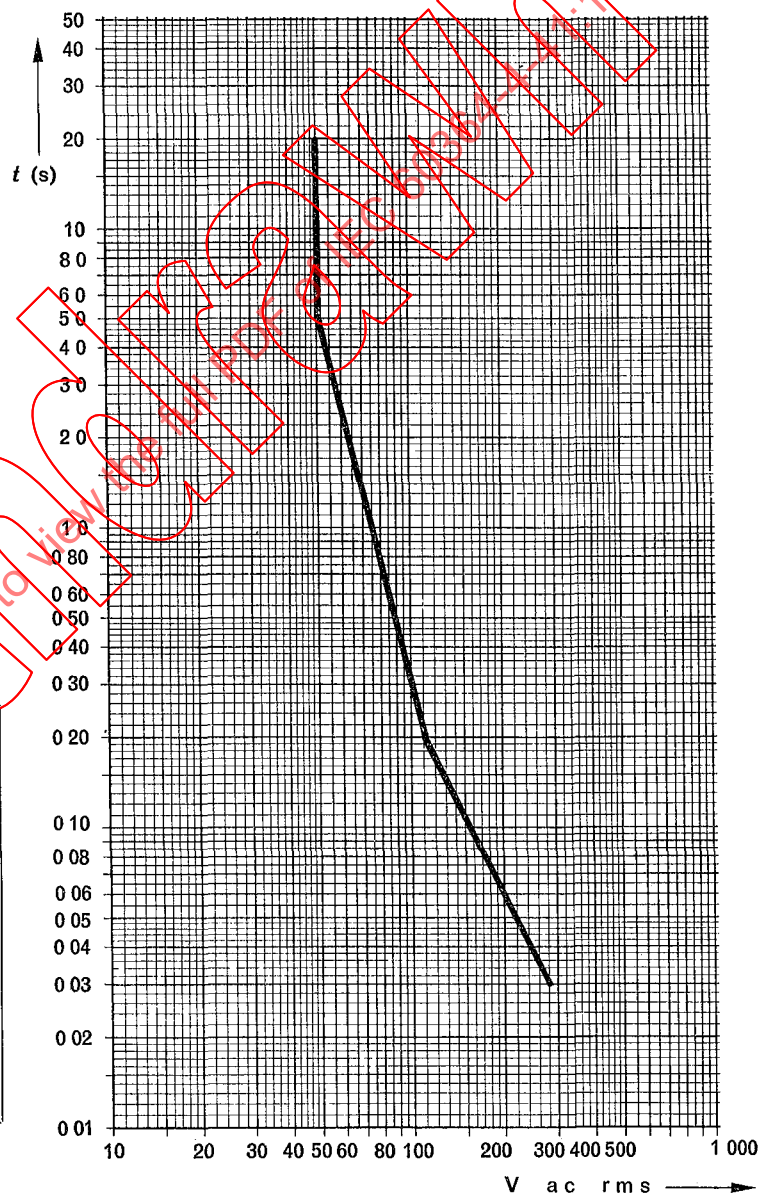


FIG 41B — Maximum touch voltage duration according to Table 41A

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

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.

413 1 3 3 Les dispositifs de protection et les sections des conducteurs sont 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 exigence est satisfaite si la condition suivante est remplie

$$Z_s I_a \leq U_o$$

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_o = tension entre phase et neutre

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 défaut

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

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 :

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

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

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

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

$$Z_s I_a \leq U_o$$

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_o = voltage between phase and neutral

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 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

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

où

R_B = résistance globale des mises à la terre

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_o = tension entre phase et neutre

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, 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 aux normes de la CEE. 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 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

Les masses qui sont simultanément accessibles doivent être reliées à la même prise de terre

413 1 4 2 Pour satisfaire aux règles 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 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 de 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

where

R_B = total earthing resistance

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_o = voltage between phase and neutral

U_L = conventional voltage limit

Note — Application requirements will be given in Chapter 47

413 1 3 5 In fixed installations a conductor of cross-sectional area not less than 10 mm² 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

Simultaneously accessible exposed conductive parts shall be interconnected with an earth electrode common to those parts

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

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

For use of a residual-current protective device, I_a is the rated operating residual current $I_{\Delta n}$ and U is 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 L'impédance de mise à la terre de l'alimentation doit être telle que le courant de défaut en cas d'un seul défaut à la masse ou à la terre soit de faible intensité. Une coupure n'est pas impérative au premier défaut, mais des mesures sont prises pour éviter les dangers en cas d'apparition de deux défauts simultanés, affectant des conducteurs actifs différents

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. Les masses qui sont simultanément accessibles doivent être reliées à la même prise de terre

La condition suivante doit être satisfaite:

$$R_A I_d \leq U_L$$

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 Un contrôleur d'isolement doit être prévu s'il est nécessaire d'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 un signal visuel,
- soit couper automatiquement l'alimentation

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 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 à tension de défaut

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

If this 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 The impedance of the power system earth shall be such that on the occurrence of a single fault to exposed conductive parts or to earth, the fault current is of low value. Disconnection of the supply is not essential on the occurrence of first fault. Protective measures must, however, prevent danger on the occurrence of two simultaneous faults involving different live conductors

413 1 5 2 No live conductor of the installation shall be directly connected to earth

Note — To reduce over voltage or to damp voltage oscillation, it may be necessary to provide earthing through impedances or of 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. Simultaneously accessible exposed conductive parts shall be connected to an earth electrode common to those parts

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 An insulation monitoring device shall be provided, if necessary, to indicate the occurrence of a first fault from a live part to exposed conductive parts or to earth. The device shall:

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

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 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

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 La liaison équipotentielle supplémentaire doit comprendre tous les éléments conducteurs simultanément accessibles, qu'il s'agisse des masses des appareils 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 est 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 accessible 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 tableau 41A

En pratique, pour les coupe-circuit à fusibles, il suffit de vérifier que cette condition est satisfaite pour la tension 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 repéré selon les règles qui lui 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 *

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.

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 2 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.

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 IP 2X.

413 2 3 L'enveloppe isolante doit être capable de supporter les contraintes mécaniques, électriques ou thermiques susceptibles de se produire.

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

413 1 6 2 Supplementary equipotential bonding shall include all simultaneously accessible exposed conductive parts of fixed apparatus 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 fulfills the following condition:

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

where:

U = touch voltage limit

I_a = operating current of the protective device in the appropriate disconnecting time stated in Table 41A.

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 *

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

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 2 to 413 2 6, such insulation being recognized only where constructional features prevent the application of double insulation

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 IP 2X.

413 2 3 The insulating enclosure shall be capable of resisting mechanical, electrical or thermal stresses likely to occur.

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

Les revêtements de peinture, de vernis et de produits similaires ne sont pas, en général, considérés comme satisfaisant à ces prescriptions

Note — Toutefois, cela n'exclut pas l'utilisation d'enveloppes ayant subi les essais de type et recouvertes d'une telle couche lorsque leur emploi est admis dans les règles correspondantes et lorsque les recouvrements isolants sont essayés dans les conditions d'essai correspondantes

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 — Lorsque l'enveloppe isolante doit être 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 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. À 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 8 L'enveloppe ne doit pas nuire aux conditions de fonctionnement du matériel ainsi protégé

413 2 9 L'installation des matériels énoncés au paragraphe 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 Protection dans les locaux (ou emplacements) non conducteurs

Note — Cette mesure de protection est destinée à empêcher, en cas de défaut de l'isolation principale des parties actives, le contact simultané avec des parties susceptibles d'être portées à des potentiels différents. L'utilisation de matériels de la classe 0 est admise sous réserve du respect de l'ensemble des conditions suivantes:

413 3 1 Les masses doivent être disposées de façon que, dans les conditions normales, des personnes ne viennent pas en contact simultané:

- soit avec deux masses,
- 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 L'exigence du paragraphe 413 3 1 est considérée comme satisfaite si

- les parois et plancher des locaux (ou emplacements) sont isolants, et
- la distance entre deux éléments mentionnés au paragraphe 413 3 1 est supérieure à 2 m