

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60204-11**

Première édition  
First edition  
2000-07

---

---

**Sécurité des machines –  
Équipement électrique des machines –**

**Partie 11:  
Prescriptions pour les équipements HT fonctionnant  
à des tensions supérieures à 1 000 V c.a.  
ou 1 500 V c.c. et ne dépassant pas 36 kV**

**Safety of machinery –  
Electrical equipment of machines –**

**Part 11:  
Requirements for HV equipment for voltages above  
1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60204-11:2000

## Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications consolidées

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

## Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI\***
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement  
(Catalogue en ligne)\*
- **Bulletin de la CEI**  
Disponible à la fois au «site web» de la CEI\* et comme périodique imprimé

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site\***
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates  
(On-line catalogue)\*
- **IEC Bulletin**  
Available both at the IEC web site\* and as a printed periodical

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

\* See web site address on title page.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60204-11**

Première édition  
First edition  
2000-07

---

---

**Sécurité des machines –  
Équipement électrique des machines –**

**Partie 11:**

**Prescriptions pour les équipements HT fonctionnant  
à des tensions supérieures à 1 000 V c.a.  
ou 1 500 V c.c. et ne dépassant pas 36 kV**

**Safety of machinery –  
Electrical equipment of machines –**

**Part 11:**

**Requirements for HV equipment for voltages above  
1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

## SOMMAIRE

|                                                                                                                          | Pages |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                       | 8     |
| INTRODUCTION .....                                                                                                       | 12    |
| Articles                                                                                                                 |       |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                            | 16    |
| 2 Références normatives.....                                                                                             | 18    |
| 3 Définitions.....                                                                                                       | 20    |
| 4 Prescriptions générales.....                                                                                           | 32    |
| 4.1 Généralités .....                                                                                                    | 32    |
| 4.2 Choix des matériels électriques.....                                                                                 | 34    |
| 4.3 Alimentation électrique.....                                                                                         | 34    |
| 4.4 Environnement physique et conditions de fonctionnement.....                                                          | 36    |
| 4.5 Transport et stockage .....                                                                                          | 36    |
| 4.6 Précautions pour la manutention .....                                                                                | 36    |
| 4.7 Installation .....                                                                                                   | 36    |
| 5 Extrémités des conducteurs d'alimentation, appareils de coupure et de sectionnement et moyens de mise à la terre ..... | 36    |
| 5.1 Extrémités des conducteurs d'alimentation .....                                                                      | 36    |
| 5.2 Dispositifs de sectionnement de l'alimentation et de mise à la terre .....                                           | 36    |
| 5.3 Appareils de coupure pour éviter un redémarrage intempestif .....                                                    | 40    |
| 5.4 Dispositifs de sectionnement et dispositions de mise à la terre pour l'équipement HT ...                             | 42    |
| 5.5 Protection contre une manœuvre non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur.....                                 | 42    |
| 6 Protection contre les chocs électriques.....                                                                           | 42    |
| 6.1 Généralités .....                                                                                                    | 42    |
| 6.2 Protection contre les contacts directs .....                                                                         | 44    |
| 6.3 Protection contre les contacts indirects.....                                                                        | 44    |
| 7 Protection de l'équipement HT.....                                                                                     | 48    |
| 7.1 Généralités .....                                                                                                    | 48    |
| 7.2 Protection contre les surintensités.....                                                                             | 48    |
| 7.3 Protection contre les défauts à la terre .....                                                                       | 50    |
| 7.4 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique et les surtensions de manœuvre.....                        | 52    |
| 7.5 Protection contre d'autres conditions anormales .....                                                                | 52    |
| 8 Liaisons équipotentielles .....                                                                                        | 52    |
| 8.1 Généralités .....                                                                                                    | 52    |
| 8.2 Circuit de protection .....                                                                                          | 56    |
| 9 Circuits et fonctions de commande .....                                                                                | 60    |
| 10 Interface opérateur et appareils de commande montés sur la machine.....                                               | 62    |
| 11 Equipement électronique .....                                                                                         | 62    |
| 12 Appareillage de commande: emplacement, montage et enveloppes .....                                                    | 62    |
| 12.1 Généralités .....                                                                                                   | 62    |
| 12.2 Emplacement et montage.....                                                                                         | 62    |
| 12.3 Degrés de protection .....                                                                                          | 64    |
| 12.4 Enveloppes, portes et ouvertures .....                                                                              | 66    |
| 12.5 Accès aux équipements HT .....                                                                                      | 66    |

## CONTENTS

|                                                                                                                     | Page |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                                                                                      | 9    |
| INTRODUCTION .....                                                                                                  | 13   |
| Clause                                                                                                              |      |
| 1 Scope .....                                                                                                       | 17   |
| 2 Normative references.....                                                                                         | 19   |
| 3 Definitions.....                                                                                                  | 21   |
| 4 General requirements .....                                                                                        | 33   |
| 4.1 General considerations .....                                                                                    | 33   |
| 4.2 Selection of electrical equipment .....                                                                         | 35   |
| 4.3 Electrical supply.....                                                                                          | 35   |
| 4.4 Physical environment and operating conditions.....                                                              | 37   |
| 4.5 Transportation and storage .....                                                                                | 37   |
| 4.6 Provisions for handling .....                                                                                   | 37   |
| 4.7 Installation .....                                                                                              | 37   |
| 5 Incoming supply conductor terminations, devices for disconnecting and switching off, and means for earthing ..... | 37   |
| 5.1 Incoming supply conductor terminations .....                                                                    | 37   |
| 5.2 Supply disconnecting (isolating) devices and means for earthing .....                                           | 37   |
| 5.3 Devices for switching off for prevention of unexpected start-up .....                                           | 41   |
| 5.4 Devices for disconnecting and means for earthing HV equipment .....                                             | 43   |
| 5.5 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken operation .....                                    | 43   |
| 6 Protection against electric shock.....                                                                            | 43   |
| 6.1 General.....                                                                                                    | 43   |
| 6.2 Protection against direct contact.....                                                                          | 45   |
| 6.3 Protection against indirect contact .....                                                                       | 45   |
| 7 Protection of HV equipment.....                                                                                   | 49   |
| 7.1 General.....                                                                                                    | 49   |
| 7.2 Overcurrent protection .....                                                                                    | 49   |
| 7.3 Earth fault protection .....                                                                                    | 51   |
| 7.4 Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges.....                                   | 53   |
| 7.5 Protection against other abnormal conditions.....                                                               | 53   |
| 8 Equipotential bonding .....                                                                                       | 53   |
| 8.1 General.....                                                                                                    | 53   |
| 8.2 Protective bonding circuit.....                                                                                 | 57   |
| 9 Control circuits and control functions .....                                                                      | 61   |
| 10 Operator interface and machine-mounted control devices .....                                                     | 63   |
| 11 Electronic equipment .....                                                                                       | 63   |
| 12 Controlgear: location, mounting, and enclosures.....                                                             | 63   |
| 12.1 General requirements .....                                                                                     | 63   |
| 12.2 Location and mounting.....                                                                                     | 63   |
| 12.3 Degrees of protection .....                                                                                    | 65   |
| 12.4 Enclosures, doors and openings .....                                                                           | 67   |
| 12.5 Access to HV equipment.....                                                                                    | 67   |

| Articles                                                                                                                                                                                  | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 13 Câbles et conducteurs.....                                                                                                                                                             | 68    |
| 13.1 Prescriptions générales.....                                                                                                                                                         | 68    |
| 13.2 Conducteurs .....                                                                                                                                                                    | 68    |
| 13.3 Matériaux d'isolation et de gainage.....                                                                                                                                             | 68    |
| 13.4 Courant admissible en fonctionnement normal.....                                                                                                                                     | 70    |
| 13.5 Chute de tension dans les câbles et conducteurs.....                                                                                                                                 | 70    |
| 13.6 Section minimale.....                                                                                                                                                                | 70    |
| 13.7 Câbles souples .....                                                                                                                                                                 | 70    |
| 13.8 Ensembles de fils conducteurs, barres conductrices et bagues glissantes.....                                                                                                         | 74    |
| 14 Câblage .....                                                                                                                                                                          | 76    |
| 14.1 Raccordement et cheminement .....                                                                                                                                                    | 76    |
| 14.2 Identification des conducteurs .....                                                                                                                                                 | 78    |
| 14.3 Câbles souples .....                                                                                                                                                                 | 78    |
| 14.4 Ensembles fiche-prise .....                                                                                                                                                          | 80    |
| 14.5 Démontage pour le transport .....                                                                                                                                                    | 80    |
| 14.6 Chemins de câbles.....                                                                                                                                                               | 80    |
| 15 Moteurs électriques et équipements associés .....                                                                                                                                      | 82    |
| 15.1 Prescriptions générales.....                                                                                                                                                         | 82    |
| 15.2 Boîtes de connexion des moteurs.....                                                                                                                                                 | 82    |
| 16 Accessoires .....                                                                                                                                                                      | 82    |
| 16.1 Accessoires pour la mise à la terre et en court-circuit des parties actives .....                                                                                                    | 82    |
| 16.2 Détecteurs de tension .....                                                                                                                                                          | 82    |
| 16.3 Accessoires pour la sécurité des travaux.....                                                                                                                                        | 82    |
| 17 Marquages, signaux d'avertissement et désignations de référence.....                                                                                                                   | 82    |
| 17.1 Généralités .....                                                                                                                                                                    | 82    |
| 17.2 Signaux d'avertissement .....                                                                                                                                                        | 84    |
| 18 Documentation technique .....                                                                                                                                                          | 84    |
| 19 Essais et vérification.....                                                                                                                                                            | 84    |
| 19.1 Généralités .....                                                                                                                                                                    | 84    |
| 19.2 Essais de l'installation de mise à la terre .....                                                                                                                                    | 86    |
| 19.3 Essais de résistance d'isolement.....                                                                                                                                                | 86    |
| 19.4 Essais de tension.....                                                                                                                                                               | 86    |
| 19.5 Essais fonctionnels .....                                                                                                                                                            | 86    |
| 19.6 Essais d'IP pour les équipements HT à l'extérieur des zones de service électrique .....                                                                                              | 86    |
| 19.7 Nouveaux essais.....                                                                                                                                                                 | 86    |
| Annexe A (informative) Exemples de machines couvertes par la présente partie<br>de la CEI 60204.....                                                                                      | 88    |
| Annexe B (informative) Questionnaire concernant l'équipement HT des machines.....                                                                                                         | 90    |
| Annexe C (informative) Méthode de calcul de la section de conducteurs de protection dans<br>des schémas avec neutre mis à la terre directement ou par une impédance de faible valeur..... | 98    |
| Annexe D (informative) Relation entre les tensions assignées des câbles et la tension<br>la plus élevée des équipements HT.....                                                           | 100   |
| Annexe E (informative) Utilisation des termes relatifs à la mise à la terre et à l'équipotentialité ...                                                                                   | 102   |
| Index.....                                                                                                                                                                                | 108   |

| Clause                                                                                                                                                                                       | Page |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 13 Conductors and cables .....                                                                                                                                                               | 69   |
| 13.1 General requirements .....                                                                                                                                                              | 69   |
| 13.2 Conductors .....                                                                                                                                                                        | 69   |
| 13.3 Insulation and sheath materials .....                                                                                                                                                   | 69   |
| 13.4 Current-carrying capacity in normal service .....                                                                                                                                       | 71   |
| 13.5 Conductor and cable voltage drop.....                                                                                                                                                   | 71   |
| 13.6 Minimum cross-sectional area.....                                                                                                                                                       | 71   |
| 13.7 Flexible cables.....                                                                                                                                                                    | 71   |
| 13.8 Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies .....                                                                                                                          | 75   |
| 14 Wiring practices .....                                                                                                                                                                    | 77   |
| 14.1 Connections and routing .....                                                                                                                                                           | 77   |
| 14.2 Identification of conductors .....                                                                                                                                                      | 79   |
| 14.3 Flexible cables.....                                                                                                                                                                    | 79   |
| 14.4 Plug/socket combinations .....                                                                                                                                                          | 81   |
| 14.5 Dismantling for shipment .....                                                                                                                                                          | 81   |
| 14.6 Cable trays .....                                                                                                                                                                       | 81   |
| 15 Electric motors and associated equipment .....                                                                                                                                            | 83   |
| 15.1 General.....                                                                                                                                                                            | 83   |
| 15.2 Motor connection boxes .....                                                                                                                                                            | 83   |
| 16 Accessories .....                                                                                                                                                                         | 83   |
| 16.1 Accessories for earthing and short-circuiting live parts.....                                                                                                                           | 83   |
| 16.2 Voltage detectors.....                                                                                                                                                                  | 83   |
| 16.3 Accessories for safe working .....                                                                                                                                                      | 83   |
| 17 Marking, warning signs and reference designations .....                                                                                                                                   | 83   |
| 17.1 General.....                                                                                                                                                                            | 83   |
| 17.2 Warning signs.....                                                                                                                                                                      | 85   |
| 18 Technical documentation .....                                                                                                                                                             | 85   |
| 19 Testing and verification.....                                                                                                                                                             | 85   |
| 19.1 General.....                                                                                                                                                                            | 85   |
| 19.2 Earthing system tests .....                                                                                                                                                             | 87   |
| 19.3 Insulation resistance tests .....                                                                                                                                                       | 87   |
| 19.4 Voltage tests.....                                                                                                                                                                      | 87   |
| 19.5 Functional tests .....                                                                                                                                                                  | 87   |
| 19.6 IP tests for HV equipment outside electrical operating areas.....                                                                                                                       | 87   |
| 19.7 Retesting .....                                                                                                                                                                         | 87   |
| Annex A (informative) Examples of machines covered by this part of IEC 60204 .....                                                                                                           | 89   |
| Annex B (informative) Inquiry form for the HV equipment of machines.....                                                                                                                     | 91   |
| Annex C (informative) Method of calculation for the cross-sectional area of bare protective conductors in supply systems with direct earthing or low impedance earthing of the neutral ..... | 99   |
| Annex D (informative) Relationship between cable rated voltages and highest voltage for HV equipment .....                                                                                   | 101  |
| Annex E (informative) Rationalization of the use of terms relating to earthing and protective bonding.....                                                                                   | 103  |
| Index.....                                                                                                                                                                                   | 109  |

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 1 – Schéma fonctionnel d'une machine comportant des équipements HT.....                                        | 14  |
| Figure 2 – Exemple de liaisons équipotentielles (voir 3.15) pour l'équipement électrique d'une machine .....          | 54  |
| Figure E.1 – Explication des termes relatifs à la mise à la terre et aux circuits de protection...                    | 106 |
| Tableau 1 – Section des conducteurs de protection nus .....                                                           | 58  |
| Tableau 2 – Températures maximales admissibles des conducteurs dans les conditions normales et de court-circuit ..... | 68  |
| Tableau 3 – Facteurs de correction pour des câbles enroulés sur tambours .....                                        | 72  |

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60204-11:2000

Withd 2000

|                                                                                                           | Page |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figure 1 – Block diagram of a machine containing HV equipment.....                                        | 15   |
| Figure 2 – Example of the equipotential bonding (see 3.15) for electrical equipment<br>of a machine ..... | 55   |
| Figure E.1 – Explanation of the terms relating to earthing and protective bonding .....                   | 107  |
| Table 1 – Cross-sectional area of bare protective conductors.....                                         | 59   |
| Table 2 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit<br>conditions.....      | 69   |
| Table 3 – Derating factors for cables wound on drums .....                                                | 73   |

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60204-11:2000

Withdr2W

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## SÉCURITÉ DES MACHINES –

### ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES MACHINES –

#### **Partie 11: Prescriptions pour les équipements HT fonctionnant à des tensions supérieures à 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c. et ne dépassant pas 36 kV**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60204-11 a été établie par le comité d'études 44 de la CEI: Sécurité des machines – Aspects électrotechniques.

Cette norme doit être utilisée conjointement avec la CEI 60204-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS        | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 44/283/FDIS | 44/286/RVD      |

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## SAFETY OF MACHINERY –

## ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

**Part 11: Requirements for HV equipment for voltages  
above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60204-11 has been prepared by IEC technical committee 44: Safety of machinery – Electrotechnical aspects.

This standard shall be used in conjunction with IEC 60204-1.

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

| FDIS        | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 44/283/FDIS | 44/286/RVD       |

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

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

Annexes A, B, C, D and E are for information only.

*Les différences suivantes existent dans certain pays:*

- 6.2: La protection par obstacle et par mise hors portée n'est pas applicable (Finlande).

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60204-11:2000

*The following differences exist in some countries:*

- 6.2: Protection by obstacles and placing out of reach is not applicable (Finland).

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60204-11:2000

Withdrawn

## INTRODUCTION

Cette partie de la CEI 60204 fournit des prescriptions et des recommandations concernant l'équipement électrique haute tension (équipement HT) de machines en même temps que son équipement électrique basse tension associé (équipement BT) de façon à améliorer

- la sécurité des personnes et des biens;
- une réponse cohérente du système de commande;
- une maintenance facile.

Des performances élevées ne doivent pas être obtenues au détriment des facteurs essentiels mentionnés ci-dessus.

Un exemple d'application possible de ces prescriptions consiste en une machine ou un groupe de machines utilisées pour le traitement d'un matériau dans lequel une défaillance dans une telle machine peut avoir de sérieuses conséquences économiques.

La figure 1 constitue un schéma fonctionnel d'une machine et de l'équipement associé montrant les différents éléments de l'équipement électrique pris en compte dans cette norme. Les chiffres entre parenthèses se rapportent aux articles et aux paragraphes de cette norme. Il faut comprendre que tous les éléments pris ensemble, y compris les protecteurs de sécurité, les logiciels et la documentation, constituent la machine ou le groupe de machines travaillant ensemble, avec habituellement au moins un niveau de supervision.

Des conseils supplémentaires sur l'utilisation de cette partie sont donnés à l'annexe F de la CEI 60204-1.

## INTRODUCTION

This part of IEC 60204 provides requirements and recommendations relating to the high voltage electrical equipment (HV equipment) of machines together with its associated low voltage electrical equipment (LV equipment) so as to promote

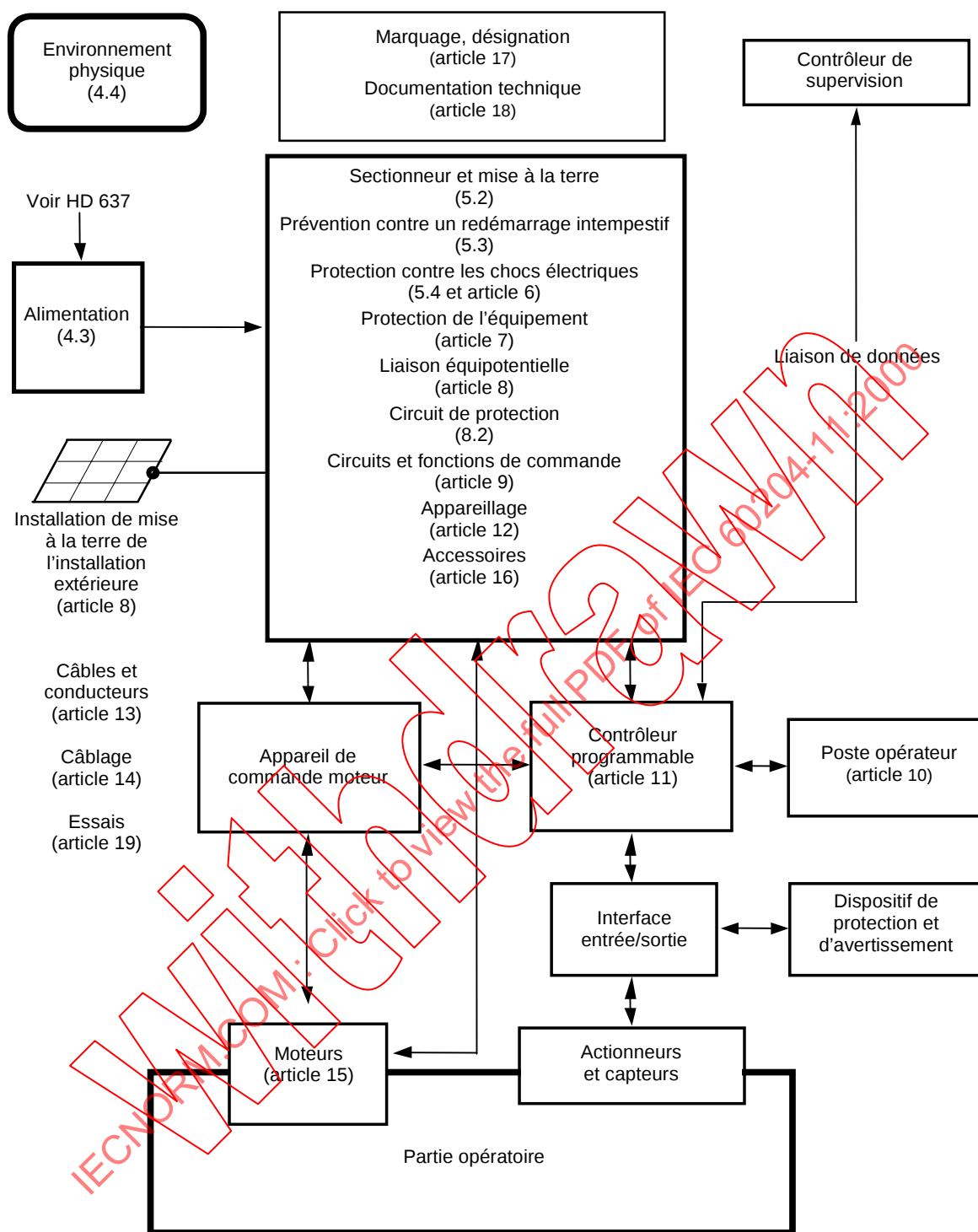
- safety of persons and property;
- consistency of control response;
- ease of maintenance.

High performance is not to be obtained at the expense of the essential factors mentioned above.

An example of a possible application of these requirements is a machine or group of machines used for the processing of a material where a failure in such machinery can have serious economic consequences.

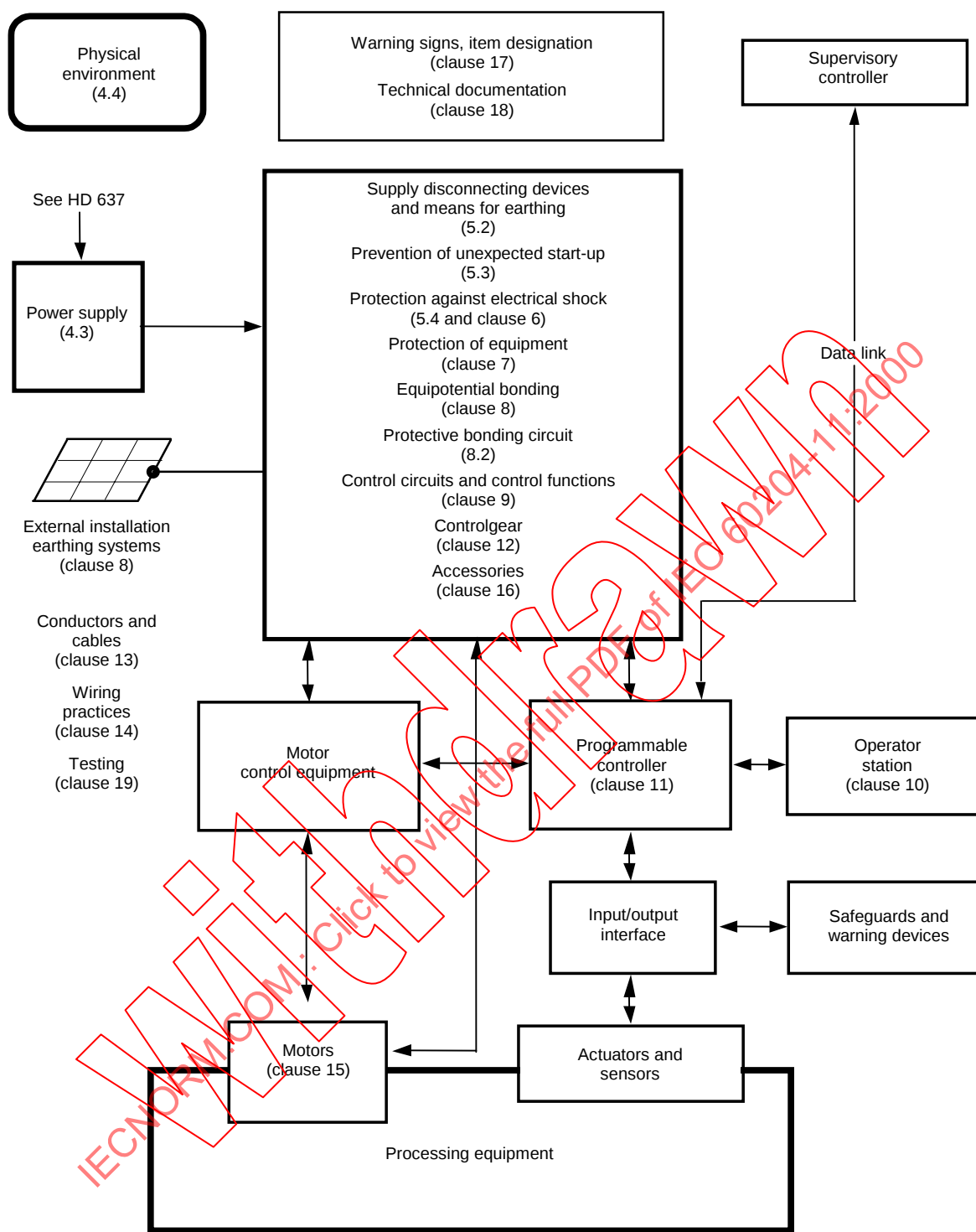
Figure 1 is a block diagram of a machine and associated equipment showing the various elements of the electrical equipment addressed in this standard. Numbers in parentheses refer to clauses and subclauses in this standard. It is understood that all of the elements taken together including the safeguards, software and the documentation constitute the machine or group of machines working together with usually at least one level of supervisory control.

More guidance on the use of this standard is given in annex F of IEC 60204-1.



IEC 1082/2000

Figure 1 – Schéma fonctionnel d'une machine comportant des équipements HT



IEC 1082/2000

Figure 1 – Block diagram of a machine containing HV equipment

## SÉCURITÉ DES MACHINES –

### ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES MACHINES –

#### **Partie 11: Prescriptions pour les équipements HT fonctionnant à des tensions supérieures à 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c. et ne dépassant pas 36 kV**

##### **1 Domaine d'application**

La CEI 60204 est applicable à des équipements et systèmes électriques et électroniques de machines, y compris à un groupe de machines fonctionnant ensemble d'une manière coordonnée, mais excluant les aspects de niveau plus élevé des systèmes (par exemple les communications entre systèmes).

Cette partie de la CEI 60204 est applicable aux équipements ou parties d'équipement qui sont alimentés sous une tension d'alimentation nominale supérieure à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu et non supérieure à 36 kV en courant alternatif ou continu et pour des fréquences nominales n'excédant pas 200 Hz. Pour des tensions et fréquences supérieures, des spécifications spéciales peuvent être exigées.

Dans cette norme, le terme «équipement HT» couvre aussi l'équipement BT constituant une partie intégrée à l'équipement fonctionnant en haute tension. Les spécifications de cette norme couvrent essentiellement les parties fonctionnant en haute tension, excepté lorsque le texte précise explicitement autre chose. Il est fait référence à la CEI 60204-1 pour les prescriptions qui sont aussi applicables aux équipements HT.

NOTE 1 Les autres équipements BT qui ne font pas partie de l'équipement HT et définis comme fonctionnant à des tensions inférieures ou égales à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu sont couverts par la CEI 60204-1.

NOTE 2 Dans la présente norme, le terme «électrique» est utilisé dans le sens général d'électrique et d'électronique (par exemple «équipement électrique» concerne à la fois l'équipement électrique et l'équipement électronique).

L'équipement électrique défini dans cette partie de la CEI 60204 commence au point de connexion de l'alimentation à l'équipement électrique de la machine (voir 5.1).

NOTE 3 Pour les prescriptions d'installations électriques de puissance, voir HD 637.

La présente partie de la CEI 60204 est une norme d'application et n'est pas destinée à limiter ou inhiber l'avancement technologique. Elle ne couvre pas toutes les exigences (par exemple protection, verrouillage ou commande) qui sont nécessaires ou prescrites par d'autres normes ou réglementations destinées à protéger les personnes de risques autres que les risques électriques. Chaque type de machine a des exigences propres à prendre en compte pour obtenir une sécurité adéquate.

NOTE 4 Dans le cadre de cette norme, le terme «personne» s'applique à n'importe quel individu et indique les personnes désignées et formées par l'utilisateur ou son (ses) agent(s) pour l'utilisation ou l'entretien de la machine concernée.

La présente partie de la CEI 60204 inclut spécifiquement, mais n'est pas limitée, aux machines comme cela est défini en 3.26 (l'annexe A énumère des exemples de machines dont l'équipement électrique peut être couvert par cette norme).

## SAFETY OF MACHINERY – ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

### Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV

#### 1 Scope

IEC 60204 applies to the electrical and electronic equipment and systems of machines, including a group of machines working together in a coordinated manner, but excluding higher level system aspects (i.e. communications between systems).

This part of IEC 60204 is applicable to equipment, or parts of equipment, which operate with nominal supply voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV a.c. or d.c. with nominal frequencies not exceeding 200 Hz. For higher voltages or frequencies, special requirements may be needed.

In this standard, the term HV equipment also covers the LV equipment forming an integral part of the equipment operating at high voltage. The requirements in this standard primarily cover the parts operating at high voltage except where explicitly stated otherwise. Reference is made to IEC 60204-1 for those requirements which also apply to HV equipment.

NOTE 1 Other LV equipment not forming part of the HV equipment and defined as operating at voltages not exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. are covered by IEC 60204-1.

NOTE 2 In this standard, the term "electrical" includes both electrical and electronic matters (i.e. electrical equipment means both the electrical and the electronic equipment).

The electrical equipment covered by this part of IEC 60204 commences at the point of connection of the supply to the electrical equipment of the machine (see 5.1).

NOTE 3 For the requirements for power supply installations, see HD 637.

This part of IEC 60204 is an application standard and is not intended to limit or inhibit technological advancement. It does not cover all the requirements (e.g. guarding, interlocking or control) which are needed or required by other standards or regulations in order to safeguard personnel from hazards other than electrical hazards. Each type of machine has unique requirements to be accommodated to provide adequate safety.

NOTE 4 In the context of this standard, the term "person" refers to any individual; "personnel" are those persons who are assigned and instructed by the user or his agent(s) in the use and care of the machine in question.

This part of IEC 60204 specifically includes, but is not limited to, machines as defined in 3.26 (annex A lists examples of machines whose electrical equipment may be covered by this standard).

Des prescriptions complémentaires et spécifiques peuvent s'appliquer à l'équipement électrique des machines qui

- sont utilisées à l'air libre (par exemple à l'extérieur de bâtiments ou d'autres structures de protection);
- utilisent, préparent ou produisent des matériaux potentiellement explosifs (par exemple peinture ou sciure);
- sont utilisées dans des ambiances potentiellement inflammables ou explosives;
- présentent des dangers particuliers lors de la fabrication, de la mise en œuvre ou de l'utilisation de certains matériaux;
- sont utilisées dans les mines.

Les circuits de puissance, où de l'énergie électrique est utilisée directement comme outil de travail, sont exclus de cette partie de la CEI 60204.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60204. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60204 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60034-1:1996, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60050(191):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

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

CEI 60050(441):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

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

CEI 60050(826):1995, amendement 2

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

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

CEI 60076-5:1976, *Transformateurs de puissance – Partie 5: Tenue au court-circuit*

CEI 60129:1984, *Sectionneurs à courant alternatif et sectionneurs de terre*

CEI 60204-1:1997, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 1: Règles générales*

CEI 60298:1990, *Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

CEI 60364-4-41:1992, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-4-42:1980, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 42: Protection contre les effets thermiques*

Additional and special requirements can apply to the electrical equipment of machines that

- are used in the open air (i.e. outside buildings or other protective structures);
- use, process or produce potentially explosive material (e.g. paint or sawdust);
- are used in potentially explosive and/or flammable atmospheres;
- have special risks when producing or using certain materials;
- are used in mines.

Power circuits where electrical energy is directly used as a working tool are excluded from this part of IEC 60204.

## 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60204. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60204 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60034-1:1996, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60050(191):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

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

IEC 60050(441):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

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

IEC 60050(826):1995, amendment No. 2

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

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

IEC 60076-5:1976, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short-circuit*

IEC 60129:1984, *Alternating current disconnectors and earthing switches*

IEC 60204-1:1997, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60298:1990, *A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

IEC 60364-4-41:1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 60364-4-42:1980, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 42: Protection against thermal effects*

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

CEI 60417 (toutes les parties), *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60420:1990, *Combinés interrupteurs-fusibles à haute tension pour courant alternatif*

CEI 60445:1999, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels et des extrémités de certains conducteurs désignés et règles générales pour un système alphanumérique*

CEI 60466:1987, *Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure ou égale à 38 kV*

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

CEI 60621-3:1979, *Installations électriques pour chantiers extérieurs soumis à des conditions sévères (y compris mines à ciel ouvert et carrières) – Troisième partie: Prescriptions générales relatives au matériel électrique*

CEI 60694:1996, *Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension*

CEI 60865-1:1993, *Courants de court-circuit – Calcul des effets – Partie 1: Définitions et méthodes de calcul*

CEI 61230:1993, *Travaux sous tension – Dispositifs portables de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit*

CEI 61243-1:1993, *Travaux sous tension – Détecteurs de tension – Partie 1: Détecteurs de type capacitif pour usage sur des tensions alternatives de plus de 1 kV*

CEI 61310-1:1995, *Sécurité des machines – Indication, marquage et manœuvre – Partie 1: Spécifications pour les signaux visuels, auditifs et tactiles*

CEI 61310-3:1999, *Sécurité des machines – Indication, marquage et manœuvre – Partie 3: Spécifications sur la position et le fonctionnement des organes de service*

ISO 3864:1984, *Couleurs et signaux de sécurité*

ISO/TR 12100-1:1992, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 1: Terminologie de base, méthodologie*

EN 50178:1997, *Équipements électroniques utilisés dans les postes de transformation*

HD 637:1999, *Installations de puissance de tension supérieure à 1 000 V c.a.*

### 3 Définitions

NOTE L'index énumère, par ordre alphabétique, les termes définis dans le présent article et indique les articles où ils sont utilisés dans le texte de cette partie de la CEI 60204.

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60204, les définitions suivantes s'appliquent:

#### 3.1

##### **température ambiante**

température de l'air ou du milieu à l'emplacement où le matériel doit être utilisé

[VEI 826-01-04]

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

IEC 60417 (all parts), *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60420:1990, *High-voltage alternating current switch-fuse combinations*

IEC 60445:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system*

IEC 60466:1987, *A.C. insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV*

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

IEC 60621-3:1979, *Electrical installations for outdoor sites under heavy conditions (including open-cast mines and quarries) – Part 3: General requirements for equipment and ancillaries*

IEC 60694:1996, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*

IEC 60865-1:1993, *Short-circuit currents – Calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation methods*

IEC 61230:1993, *Live working – Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting*

IEC 61243-1:1993, *Live working – Voltage detectors – Part 1: Capacitive type to be used for voltages exceeding 1 kV a.c.*

IEC 61310-1:1995, *Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 1: Requirements for visual, auditory and tactile signals*

IEC 61310-3:1999, *Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 3: Requirements for the location and operation of actuators*

ISO 3864:1984, *Safety colours and safety signs*

ISO/TR 12100-1:1992, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology*

EN 50178:1997, *Electronic equipment for use in power stations*

HD 637:1999, *Power installations exceeding 1 kV a.c.*

### 3 Definitions

NOTE The index lists, in alphabetical order, the terms defined in this clause and indicates where they are used in the text of this part of IEC 60204.

For the purpose of this part of IEC 60204, the following definitions apply:

#### 3.1

##### **ambient temperature**

temperature of the air or other medium where the equipment is to be used

[IEV 826-01-04]

### 3.2

#### **barrière**

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

[VEI 826-03-13]

### 3.3

#### **chemin de câbles (tablette)**

support de câbles constitué d'une base continue et de rebords, et ne comportant pas de couvercle

NOTE Un chemin de câbles peut être perforé.

[VEI 826-06-07, amendement 2]

### 3.4

#### **circuit de commande (d'une machine)**

circuit servant à commander le fonctionnement de la machine et à la protection des circuits de puissance

### 3.5

#### **appareil de commande**

appareil inséré dans le circuit de commande et servant à commander le fonctionnement de la machine (par exemple détecteurs de position, auxiliaires manuels de commande, relais, électro distributeurs)

### 3.6

#### **appareillage de commande**

terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés; ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les supports correspondants, destinés en principe à la commande des appareils utilisateurs d'énergie électrique

[VEI 441-11-03]

### 3.7

#### **contact direct**

contact électrique de personnes ou d'animaux avec des parties actives

[VEI 195-06-03]

### 3.8

#### **conduit**

canal fermé destiné expressément au support et à la protection de conducteurs, de câbles et de barres électriques

NOTE Les conduits, les systèmes de goulottes et les canaux enterrés sont des types de canalisations.

### 3.9

#### **installation de mise à la terre**

ensemble local de prises de terre reliées entre elles ou de parties métalliques (par exemple pieds de pylône, armures ou blindage de câble), disposées de la même façon que les conducteurs de terre et d'équipotentialité

[HD 637, 2.7.6]

**3.2****barrier**

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

[IEV 826-03-13]

**3.3****cable tray**

cable support consisting of a continuous base and raised edges and no covering

NOTE A cable tray may be perforated or non-perforated.

[IEV 826-06-07, amendment 2]

**3.4****control circuit (of a machine)**

circuit used for the operational control of the machine and for protection of the power circuits

**3.5****control device**

device connected into the control circuit and used for controlling the operation of the machine (e.g. position sensor, manual control switch, relay, magnetically operated valve)

**3.6****controlgear**

general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective, and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures, and supporting structures, intended in principle for the control of electrical energy consuming equipment

[IEV 441-11-03]

**3.7****direct contact**

electric contact of persons or animals with live parts

[IEV 195-06-03]

**3.8****duct**

enclosed channel designed expressly for holding and protecting electrical conductors, cables, and busbars

NOTE Conduits, cable trunking systems and underfloor channels are types of duct.

**3.9****earthing system**

locally limited system of conductively connected earth electrodes or metal parts of equal effectiveness (for example tower footings, armourings, metal cable sheaths), of earthing conductors and of bonding conductors

[HD 637, 2.7.6]

### 3.10

#### zone de service électrique

local ou emplacement pour matériels électriques dont l'accès est destiné à être restreint aux personnes qualifiées ou averties, par ouverture d'une porte ou retrait d'une barrière à l'aide d'une clé ou d'un outil et qui est clairement marqué à l'aide de signaux d'avertissement appropriés

NOTE **personne avertie (en électricité)**: Personne suffisamment informée ou surveillée par une personne qualifiée (en électricité) pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité [VEI 826-09-02, modifié]

**personne qualifiée (en électricité)**: Personne ayant des connaissances techniques et une expérience suffisante lui permettant de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité [VEI 826-09-01, modifié]

[voir aussi CEI 60204-1, 3.28 et 3.52]

### 3.11

#### équipement électronique

partie d'un équipement électrique comprenant des circuits basés principalement sur des dispositifs électroniques et des composants

### 3.12

#### zone fermée de service électrique

local ou emplacement de matériels électriques dont l'accès est destiné à être restreint aux personnes qualifiées ou averties par ouverture d'une porte ou retrait d'une barrière à l'aide d'une clé ou d'un outil et qui est clairement marqué à l'aide de signaux d'avertissement appropriés

NOTE Voir aussi la note de la définition 3.10.

### 3.13

#### enveloppe

élément assurant la protection des matériels contre certaines influences externes et, dans toutes les directions, la protection contre les contacts directs [VEI 826-03-12]

NOTE Cette définition tirée du VEI existant nécessite les explications suivantes dans le cadre de la présente norme (voir 3.1 de la CEI 60529):

- les enveloppes assurent la protection de personnes ou d'animaux domestiques ou d'élevage contre l'accès aux parties dangereuses;
- les barrières, formes des ouvertures, ou tout autre moyen approprié pour prévenir ou limiter la pénétration des calibres d'essai spécifiés, soit fixés sur l'enveloppe, soit formés par l'appareillage sous enveloppe, sont considérés comme faisant partie de l'enveloppe, sauf s'ils peuvent être démontés sans l'aide d'une clef ou d'un outil.

Une enveloppe peut être

- une armoire ou un coffret, monté sur la machine, ou séparé de la machine;
- un compartiment, constitué par un espace clos dans la structure de la machine.

### 3.14

#### équipement

terme général incluant matériels, adaptations, dispositifs, appareils, fixations, instruments et autres, utilisés comme une partie d'une installation électrique ou en connexion avec une installation électrique

### 3.15

#### liaison équipotentielle

mise en œuvre de liaisons électriques entre parties conductrices pour réaliser l'équipotentialité [VEI 195-01-10]

### 3.10

#### **electrical operating area**

room or location for electrical equipment to which access is intended to be restricted to skilled or instructed persons, by the opening of a door or the removal of a barrier without the use of a key or tool, and which is clearly marked by appropriate warning signs

**NOTE (electrically) instructed person:** A person adequately advised or supervised by an electrically skilled person to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create [IEV 826-09-02, modified]

**(electrically) skilled person:** A person with relevant education and experience to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create [IEV 826-09-01, modified]  
[see also IEC 60204-1, 3.28 and 3.52]

### 3.11

#### **electronic equipment**

part of the electrical equipment containing circuitry mainly based on electronic devices and components

### 3.12

#### **enclosed electrical operating area**

room or location for electrical equipment to which access is intended to be restricted to skilled or instructed persons by the opening of a door or the removal of a barrier by the use of a key or tool and which is clearly marked by appropriate warning signs

**NOTE** See also NOTE to definition 3.10.

### 3.13

#### **enclosure**

part providing protection of equipment against certain external influences and, in any direction, protection against direct contact [IEV 826-03-12]

**NOTE** The definition taken from the existing IEC needs the following explanations under the scope of this standard (see IEC 60529, 3.1):

- a) enclosures provide protection of persons or livestock against access to hazardous parts;
- b) barriers, shaped openings, or any other means suitable to prevent or limit the penetration of the specified test probes, whether attached to the enclosure or formed by the enclosed equipment, are considered as part of the enclosure, except where they can be removed without the use of a key or tool.

An enclosure may be

- a cabinet or box, either mounted on the machine or separate from the machine;
- a compartment consisting of an enclosed space within the machine structure.

### 3.14

#### **equipment**

general term including material, fittings, devices, appliances, fixtures, apparatus, and the like used as part of, or in connection with, an electrical installation

### 3.15

#### **equipotential bonding**

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

[IEV 195-01-10]

### 3.16

#### **conducteur d'équipotentialité (conducteur de liaison de protection)**

conducteur de protection prévu pour réaliser une liaison équipotentielle de protection

[VEI 195-02-10]

### 3.17

#### **masse**

#### **(partie conductrice accessible)**

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

[VEI 195-06-10]

### 3.18

#### **élément conducteur étranger**

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

[VEI 195-06-11]

### 3.19

#### **défaillance**

cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise

NOTE 1 Après défaillance d'une entité, cette entité est en état de panne.

NOTE 2 Une défaillance est un passage d'un état à un autre, par opposition à une panne, qui est un état.

NOTE 3 La notion de défaillance, telle qu'elle est définie, ne s'applique pas à une entité constituée seulement de logiciel.

[VEI 191-04-01]

NOTE 4 En pratique, les termes «défaut» et «défaillance» sont souvent utilisés comme synonymes.

### 3.20

#### **panne**

état d'une entité incapable d'accomplir une fonction requise, excluant l'incapacité due à la maintenance préventive ou autres actions programmées, ou due à un manque de moyens extérieurs

NOTE 1 Une panne est souvent le résultat d'une défaillance de l'entité elle-même mais elle peut exister sans défaillance préalable.

NOTE 2 En anglais, le terme «fault» et sa définition sont identiques à ceux donnés dans le VEI 191-05-01. Pour les machines, le terme français «défaut» et le terme allemand «Fehler» sont utilisés de préférence à ceux de «panne» et de «Fehlzustand» qui apparaissent dans cette définition.

### 3.21

#### **danger/risques**

#### **(phénomène dangereux)**

cause possible de blessure ou de dommage à la santé

[3.5 modifiée de l'ISO/ TR 12100-1]

### 3.22

#### **contact indirect**

contact électrique de personnes ou d'animaux avec des masses mises sous tension par suite d'un défaut

[VEI 195-06-04]

### 3.23

#### **verrouillage (pour la protection par protecteur)**

arrangement qui interconnecte le ou les protecteurs ou appareils avec le système de commande et/ou tout ou partie de la distribution d'énergie électrique à la machine

**3.16****equipotential bonding conductor**

(protective bonding conductor)

protective conductor provided for protective-equipotential-bonding

[IEV 195-02-10]

**3.17****exposed-conductive-part**

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

[IEV 195-06-10]

**3.18****extraneous-conductive-part**

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

[IEV 195-06-11]

**3.19****failure**

termination of the ability of an item to perform a required function

NOTE 1 After failure the item has a fault.

NOTE 2 "Failure" is an event, as distinguished from "fault", which is a state.

NOTE 3 This concept as defined does not apply to items consisting of software only.

[IEV 191-04-01]

NOTE 4 In practice the terms fault and failure are often used synonymously.

**3.20****fault**

state of an item characterized by inability to perform a required function, excluding the inability during preventive maintenance or other planned actions, or due to lack of external resources

NOTE 1 A fault is often the result of a failure of the item itself, but may exist without prior failure.

NOTE 2 In English the term "fault" and its definition are identical with those given in IEC 191-05-01. In the field of machinery, the French term "défaut" and the German term "Fehler" are used rather than the terms "panne" and "Fehlzustand" that appear with this definition.

**3.21****hazard**

source of possible injury or damage to health

[ISO/TR 12100-1, 3.5, modified]

**3.22****indirect contact**

electric contact of persons or animals with exposed-conductive-parts which have become live under fault conditions

[IEV 195-06-04]

**3.23****interlock (for safeguarding)**

arrangement that interconnects guard(s) or device(s) with the control system and/or all or part of the electrical energy distributed to the machine

### 3.24

#### **partie active**

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

NOTE La notion n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

[VEI 195-02-19]

### 3.25

#### **conducteur d'équipotentialité de la machine**

conducteur reliant la liaison équipotentielle de la machine à l'installation de mise à la terre

NOTE C'est un conducteur de terre tel que défini dans le VEI 826-04-07 et utilisé dans HD 637.

### 3.26

#### **machine**

- a) ensemble de pièces ou d'organes liés entre eux dont au moins un est mobile et, le cas échéant, d'actionneurs, de circuits de commande et de puissance, etc. réunis de façon solidaire en vue d'une application définie, notamment pour la transformation, le traitement, le déplacement et le conditionnement d'un matériau
- a) ensemble de machines qui, afin de concourir à un seul et même résultat, sont disposées et commandées de manière à être solidaires dans leur fonctionnement
- b) équipements modifiant la fonction d'une machine du marché dans le but d'être assemblés avec une machine ou un ensemble de différentes machines ou un tracteur par l'utilisateur lui-même, ces équipements n'étant ni des pièces de rechange ni des outils

### 3.27

#### **marquage**

signes ou inscriptions servant à l'identification du type du composant ou de l'appareil, fixés par le constructeur du composant ou de l'appareil

### 3.28

#### **conducteur (de) neutre**

conducteur relié au point neutre d'un réseau et pouvant contribuer à la distribution de l'énergie électrique

[VEI 195-02-06]

### 3.29

#### **obstacle**

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

[VEI 826-03-14]

### 3.30

#### **surintensité**

tout courant supérieur à la valeur assignée. Pour les conducteurs, la valeur assignée est le courant admissible

[VEI 826-05-06]

### 3.31

#### **surcharge (d'un circuit)**

relation temps/courant dans un circuit supérieure à la pleine charge assignée du circuit lorsque ce dernier n'est pas en défaut

NOTE Il convient de ne pas utiliser le terme «surcharge» comme un synonyme de surintensité.

**3.24****live part**

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

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

[IEV 195-02-19]

**3.25****machine bonding conductor**

conductor connecting the machine equipotential bonding to the earthing system

NOTE This is an earthing conductor as defined in IEC 826-04-07 and used in HD 637.

**3.26****machinery  
(machine)**

- a) assembly of linked parts or components, at least one of which moves, with the appropriate machine actuators, control and power circuits, etc., joined together for a specific application, in particular for the processing, treatment, moving or packaging of a material
- b) assembly of machines which, in order to achieve one and the same end, are arranged and controlled so that they function as an integral whole
- c) interchangeable equipment modifying the function of a machine, which is placed on the market (supplied) for the purpose of being assembled with a machine or a series of different machines or with a tractor by the operator himself insofar as this equipment is not a spare part or tool

**3.27****marking**

signs or inscriptions for the identification of the type of a component or device attached by the manufacturer of the component or device

**3.28****neutral conductor**

conductor electrically connected to the neutral point and capable of contributing to the distribution of electric energy

[IEV 195-02-06]

**3.29****obstacle**

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

[IEV 826-03-14]

**3.30****overcurrent**

current exceeding the rated value. For conductors, the rated value is the current-carrying capacity

[IEV 826-05-06]

**3.31****overload (of a circuit)**

time/current relationship in a circuit which is in excess of the rated full load of the circuit when the circuit is not under a fault condition

NOTE "Overload" should not be used as a synonym for overcurrent.

### 3.32

#### **prise combinée**

prise et socle, coupleur de câble ou appareil de couplage

### 3.33

#### **circuit de puissance**

circuit transmettant l'énergie du réseau aux éléments d'équipement électriques utilisés directement pour le travail effectué par la machine et aux transformateurs alimentant les circuits de commande

### 3.34

#### **circuit de protection**

ensemble des conducteurs de protection et des parties conductrices utilisées pour la protection contre les chocs électriques dans le cas de défaillance de l'isolation

### 3.35

#### **conducteur de protection**

conducteur prescrit dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques et destiné à relier électriquement certaines des parties suivantes:

- masses;
- éléments conducteurs étrangers;
- borne principale de terre

[VEI 826-04-05, modifié]

### 3.36

#### **désignation de référence**

code distinct servant à identifier un élément sur un schéma, une liste ou un diagramme et sur le matériel

### 3.37

#### **risque**

combinaison de la probabilité d'occurrence et de la gravité d'une blessure dans une condition dangereuse

[ISO /TR 12100-1]

### 3.38

#### **mode opératoire sûr**

méthode de travail qui réduit le risque

### 3.39

#### **protecteur de sécurité**

protecteur ou dispositif de protection utilisé comme mesure de sécurité pour protéger les personnes contre un danger présent ou imminent

### 3.40

#### **protection par protecteur**

mesures utilisant des moyens spécifiques appelés «protecteurs de sécurité» pour protéger les personnes contre des dangers qui ne peuvent pas être éliminés ou suffisamment réduits à la conception

### 3.41

#### **plancher de service**

niveau sur lequel se trouvent les personnes intervenant pour l'entretien de l'équipement électrique

**3.32****plug/socket combination**

plug and socket-outlet, cable coupler, or appliance coupler

**3.33****power circuit**

circuit used for supplying power from the supply network to units of electrical equipment used for productive operation and to transformers supplying control circuits

**3.34****protective bonding circuit**

the whole of the protective conductors and conductive parts used for protection against electric shock in the event of an insulation failure

**3.35****protective conductor**

conductor required by some measures for protection against electric shock for electrically connecting any of the following parts:

- exposed-conductive-parts;
- extraneous-conductive-parts;
- main earthing terminal

[IEV 826-04-05, modified]

**3.36****reference designation**

distinctive code which serves to identify an item in a diagram, list or chart, and on the equipment

**3.37****risk**

combination of the probability and the degree of possible injury or damage to health in a hazardous situation

[ISO/TR 12100-1]

**3.38****safe working procedure**

method of working that reduces risk

**3.39****safeguard**

guard or protective device used as a means to protect persons from a present or impending hazard

**3.40****safeguarding**

safety measures consisting of the use of specific means called safeguards to protect persons from hazards that cannot reasonably be removed or are not sufficiently limited by design

**3.41****servicing level**

level on which persons normally stand when operating or maintaining the electrical equipment

### 3.42

#### **courant de court-circuit**

surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique

[VEI 441-11-07]

### 3.43

#### **fournisseur**

entité (par exemple fabricant, maître d'œuvre, installateur, intégrateur) qui fournit l'appareillage ou les services associés à la machine

NOTE L'utilisateur peut aussi agir en tant que son propre fournisseur.

### 3.44

#### **appareil de connexion**

appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques

[VEI 441-14-01]

NOTE Un dispositif de sectionnement peut réaliser une ou plusieurs de ces actions.

### 3.45

#### **borne**

partie conductrice d'un dispositif comportant une connexion électrique pour des circuits externes

### 3.46

#### **utilisateur**

entité qui utilise la machine et son équipement électrique associé

## **4 Prescriptions générales**

### **4.1 Généralités**

Cette partie de la CEI 60204 est destinée à être appliquée aux équipements électriques utilisés avec une grande variété de machines et avec un groupe de machines travaillant ensemble de façon coordonnée.

Les risques associés aux dangers relatifs à l'équipement HT doivent être estimés comme une partie de l'ensemble des prescriptions globales pour l'évaluation du risque de la machine. Cela permettra de fixer le niveau acceptable de risque et les mesures de protection nécessaires pour les personnes potentiellement exposées à ces phénomènes tout en conservant des performances acceptables à la machine et à ses équipements.

Les dangers peuvent être dus, de façon non limitative, à

- des défaillances ou pannes de l'équipement électrique conduisant à la possibilité de choc électrique ou de feu d'origine électrique;
- des défaillances ou pannes dans les circuits de commande (ou les composants ou dispositifs associés à ces circuits) conduisant à un dysfonctionnement de la machine;
- des variations ou interruptions dans les sources d'alimentation ainsi que des défauts ou pannes des circuits de puissance conduisant à un dysfonctionnement de la machine;
- une non-continuité de circuits liés à des contacts glissants ou rotatifs conduisant à une défaillance d'une fonction de sécurité;
- des perturbations électriques (par exemple perturbations électromagnétiques, électrostatiques ou radio) générées de façon soit interne soit externe à l'équipement électrique;
- une énergie accumulée (électrique ou mécanique);
- un bruit audible d'un niveau tel qu'il cause des problèmes de santé aux personnes.

**3.42****short-circuit current**

overcurrent resulting from a short circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit  
[IEV 441-11-07]

**3.43****supplier**

entity (e.g. manufacturer, contractor, installer, integrator) who provides equipment or services associated with the machine

NOTE The user may also act in the capacity of a supplier to himself.

**3.44****switching device**

device designed to make or break the current in one or more electric circuits

[IEV 441-14-01]

NOTE A switching device may perform one or both of these actions.

**3.45****terminal**

conductive part of a device provided for electrical connection to external circuits

**3.46****user**

entity who utilizes the machine and its associated electrical equipment

**4 General requirements****4.1 General considerations**

This part of IEC 60204 is intended to apply to electrical equipment used with a wide variety of machines and with a group of machines working together in a coordinated manner.

The risks associated with the hazards relevant to the HV equipment shall be assessed as part of the overall requirements for risk assessment of the machine. This will determine the acceptable level of risk, and the necessary protective measures for persons who can be exposed to those hazards, while still maintaining an acceptable level of performance of the machine and its equipment.

Hazards can result from, but are not limited to, the following causes:

- failures or faults in the electrical equipment resulting in the possibility of electric shock or electrical fire;
- failures or faults in control circuits (or components and devices associated with those circuits) resulting in the malfunctioning of the machine;
- disturbances or disruptions in power sources as well as failures or faults in the power circuits resulting in the malfunctioning of the machine;
- loss of continuity of circuits that depend upon sliding or rolling contacts, resulting in a failure of a safety function;
- electrical disturbances (e.g. electromagnetic, electrostatic or radio interference) either from outside the electrical equipment or internally generated;
- stored energy (either electrical or mechanical);
- audible noise at levels that cause health problems to persons.

Les mesures de sécurité combinent des mesures prises au niveau de la conception et celles à mettre en œuvre par l'utilisateur.

La conception et le développement doivent être envisagés en premier lieu pour réduire les risques. Si cela n'est pas suffisant, la protection par protecteur et les modes opératoires sûrs doivent être pris en compte. La protection par protecteur comporte l'utilisation de protecteurs de sécurité et de moyens intentionnels.

L'utilisation du questionnaire présenté à l'annexe B de la présente norme est recommandée pour faciliter l'accord entre l'utilisateur et le ou les fournisseurs sur les conditions de base et sur des prescriptions complémentaires de l'utilisateur relatives à l'équipement HT. Ces prescriptions complémentaires visent à

- fournir les caractéristiques supplémentaires qui dépendent du type de machine (ou groupe de machines) et de l'application;
- faciliter la maintenance et la réparation, et
- améliorer la fiabilité et la facilité d'emploi.

## 4.2 Choix des matériels électriques

Les composants et appareils électriques doivent convenir à l'usage auquel ils sont destinés et doivent être conformes aux normes correspondantes de la CEI, lorsqu'elles existent. Par exemple, si des appareillages de série sont utilisés, ils doivent être choisis, construits et essayés conformément à la CEI 60298, à la CEI 60466 et à la CEI 60694.

## 4.3 Alimentation électrique

### 4.3.1 Généralités

L'équipement électrique doit être prévu pour fonctionner convenablement dans les conditions d'alimentation, comme cela est spécifié

- en 4.3.2, ou
- par l'utilisateur (voir annexe B), ou
- par le fournisseur dans le cas de source particulière telle qu'un générateur embarqué.

### 4.3.2 Alimentations

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tension                 | Tension permanente: 0,9... 1,1 de la valeur nominale                                                                                                                                                                                                                              |
| Fréquence               | 0,99... 1,01 de la valeur nominale de façon continue;<br>0,98... 1,02 sur une courte période.<br><br>NOTE La valeur d'une courte période peut être spécifiée par l'utilisateur (voir annexe B).                                                                                   |
| Harmoniques             | Distorsion harmonique inférieure ou égale à 10 % de la tension efficace totale entre conducteurs actifs (somme des harmoniques de rang 2 à 5). Une distorsion harmonique additionnelle de 2 % de la tension efficace totale (somme des harmoniques de rang 6 à 30) est autorisée. |
| Déséquilibre de tension | Ni la tension de la composante inverse, ni la tension de la composante homopolaire dans une alimentation triphasée ne doivent être supérieures à 2 % de la tension de la composante directe.                                                                                      |
| Coupure de tension      | L'alimentation ne doit pas être interrompue ou la tension ne doit pas tomber à zéro pendant plus de 3 ms à n'importe quel instant d'une période d'alimentation. Entre deux interruptions successives, il doit s'écouler au moins 1 s.                                             |
| Creux de tension        | Les creux de tension ne doivent pas dépasser 20 % de la tension crête de l'alimentation sur plus d'une période. Entre deux creux successifs, il doit s'écouler plus de 1 s.                                                                                                       |

Safety measures are a combination of the measures incorporated at the design stage and those measures required to be implemented by the user.

Design and development shall be the first consideration in the reduction of risks. Where this is not sufficient, safeguarding and safe working procedures shall be considered. Safeguarding includes the use of safeguards and awareness means.

The use of the inquiry form as shown in annex B of this standard is recommended in order to facilitate an appropriate agreement between the user and the supplier(s) on basic conditions and additional user requirements related to the HV equipment. Those additional requirements are to

- provide additional features that are dependent on the type of machine (or group of machines) and the application;
- facilitate maintenance and repair, and
- advance the reliability and ease of operation.

## 4.2 Selection of electrical equipment

Electrical components and devices shall be suitable for their intended use and shall conform to relevant IEC standards where such exist. For example, where factory-built, type-tested HV switchgear is used, it shall be selected from those manufactured and tested in accordance with standards such as IEC 60298, IEC 60466 and IEC 60694.

## 4.3 Electrical supply

### 4.3.1 General

The electrical equipment shall be designed to operate correctly with the conditions of the supply

- as specified in 4.3.2, or
- as otherwise specified by the user (see annex B), or
- as specified by the supplier in the case of a special source of supply such as an on-board generator.

### 4.3.2 Supplies

Voltage Steady-state voltage: 0,9... 1,1 of nominal voltage

Frequency 0,99... 1,01 of nominal frequency continuously;  
0,98... 1,02 short time.

NOTE The short-time value may be specified by the user (see annex B).

Harmonics Harmonic distortion not to exceed 10 % of the total r.m.s. voltage between live conductors for the sum of the 2nd through 5th harmonic. An additional 2 % of the total r.m.s. voltage between live conductors for the sum of the 6th through 30th harmonic is permissible.

Voltage unbalance Neither the voltage of the negative sequence component nor the voltage of the zero sequence component in three-phase supplies shall exceed 2 % of the positive sequence component.

Voltage interruption Supply interrupted or at zero voltage for not more than 3 ms at any random time in the supply cycle. There shall be more than 1 s between successive interruptions.

Voltage dips Voltage dips shall not exceed 20 % of the peak voltage of the supply for more than 1 cycle. There shall be more than 1 s between successive dips.

### 4.3.3 Source de puissance embarquée

Pour des alimentations spécifiques telles que les générateurs embarqués, les limites données en 4.3.2 peuvent être dépassées si l'équipement électrique est conçu pour fonctionner correctement dans ces conditions.

## 4.4 Environnement physique et conditions de fonctionnement

L'équipement HT doit convenir à l'utilisation dans l'environnement physique et les conditions de fonctionnement spécifiés de 4.4.2 à 4.4.8 de la CEI 60204-1. Lorsque l'environnement physique ou les conditions de fonctionnement diffèrent de ceux spécifiés, un accord peut être nécessaire entre le fournisseur et l'utilisateur (voir annexe B).

## 4.5 Transport et stockage

L'équipement électrique doit pouvoir, par conception ou grâce à des précautions adéquates, supporter des températures de transport et de stockage comprises entre  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pouvant atteindre  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$  durant de courtes périodes inférieures ou égales à 24 h. Des moyens convenables doivent être prévus pour se protéger des dégâts dus à l'humidité, aux vibrations et aux chocs.

NOTE L'équipement électrique susceptible d'être endommagé par des températures basses comporte des câbles isolés au PVC.

## 4.6 Précautions pour la manutention

Les équipements électriques lourds et massifs devant être désolidarisés de la machine pour le transport, ou indépendants de celle-ci, doivent être munis de moyens convenables pour la manutention par grue ou équipement similaire (voir aussi 14.5).

## 4.7 Installation

L'équipement électrique doit être installé conformément aux instructions du fournisseur. Il convient aussi de prendre en compte les principes d'ergonomie.

## 5 Extrémités des conducteurs d'alimentation, appareils de coupure et de sectionnement et moyens de mise à la terre

### 5.1 Extrémités des conducteurs d'alimentation

Toutes les extrémités pour le raccordement de l'alimentation doivent être clairement identifiées en accord avec la CEI 60445.

### 5.2 Dispositifs de sectionnement de l'alimentation et de mise à la terre

#### 5.2.1 Généralités

Un dispositif de sectionnement de l'alimentation doit être fourni

- pour chaque source d'alimentation d'une machine;
- pour les systèmes d'alimentation utilisant des ensembles de fils conducteurs, de barres conductrices, de bagues glissantes, des systèmes de câbles souples (sur tourets, en guirlandes), d'une ou de plusieurs machines;
- pour chaque alimentation embarquée.

Ce dispositif doit sectionner (séparer) sur demande l'équipement électrique de la machine du réseau d'alimentation (par exemple pour une intervention sur la machine).

### 4.3.3 On-board power supply

For special supply systems such as on-board generators, the limits given in 4.3.2 may be exceeded provided that the electrical equipment is designed to operate correctly with those conditions.

### 4.4 Physical environment and operating conditions

The HV equipment shall be suitable for use in the physical environment and operating conditions specified in 4.4.2 to 4.4.8 of IEC 60204-1. When the physical environment or the operating conditions are outside those specified, an agreement may be needed between the supplier and the user (see annex B).

### 4.5 Transportation and storage

Electrical equipment shall be designed to withstand, or suitable precautions shall be taken to protect against, the effects of transportation and storage temperatures within a range of  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$  and for short periods not exceeding 24 h at up to  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Suitable means shall be provided to prevent damage from humidity, vibration, and shock.

NOTE Electrical equipment susceptible to damage at low temperatures includes PVC insulated cables.

### 4.6 Provisions for handling

Heavy and bulky electrical equipment that has to be removed from the machine for transport, or that is independent of the machine, shall be provided with suitable means for handling by cranes or similar equipment (see also 14.5).

### 4.7 Installation

Electrical equipment shall be installed in accordance with the supplier's instructions, and ergonomic principles should be taken into account.

## 5 Incoming supply conductor terminations, devices for disconnecting and switching off, and means for earthing

### 5.1 Incoming supply conductor terminations

All terminations for the incoming supply connection shall be clearly identified in accordance with IEC 60445.

### 5.2 Supply disconnecting (isolating) devices and means for earthing

#### 5.2.1 General

A supply disconnecting device shall be provided

- for each incoming source of supply to a machine;
- for the source of supply to a feeder system using conductor wires, conductor bars, slip-ring assemblies, flexible cable systems (reeled, festooned), to a machine or a number of machines;
- for each on-board power supply.

The supply disconnecting device shall disconnect (isolate) the electrical equipment of the machine from the supply when required (e.g. for work on the machine).

S'il y a deux ou plusieurs dispositifs de sectionnement, des verrouillages de protection pour leur fonctionnement correct doivent être utilisés dans les cas où une condition dangereuse ou un dommage à la machine ou aux en-cours peut se produire.

Pour chaque alimentation HT, des dispositions doivent être prévues pour la mise à la terre et en court-circuit de tous les conducteurs actifs en les connectant à l'installation de mise à la terre (par exemple pour une intervention sur l'équipement HT).

## 5.2.2 Type

Le dispositif de sectionnement de l'alimentation doit être l'un des suivants:

- a) un interrupteur-sectionneur avec ou sans fusible;
- b) un dispositif de sectionnement qui est verrouillé pour garantir qu'il ne peut pas fonctionner jusqu'à ce qu'un appareil de connexion associé ait ouvert le circuit de charge;
- c) une prise et un socle, ou un appareil de couplage (voir 3.32) pour un câble souple (par exemple enroulé, groupé) alimentant une machine mobile dans les conditions suivantes:
  - il ne doit pas être possible de raccorder ou de déconnecter une prise ou un coupleur pendant des conditions de charge. Les effets des courants de charge doivent être pris en compte;
  - la prise et le socle, ou l'appareil de couplage doivent être raccordés de façon que le côté raccordé à la source présente un degré de protection au moins égal à IP2XH ou IPXXBH s'ils sont utilisés dans une zone fermée de service électrique, ou à IP4XH ou IPXXDH s'ils sont utilisés à l'extérieur de la zone fermée de service électrique.

Lorsqu'ils sont utilisés, les sectionneurs de terre doivent être construits et choisis conformément à la CEI 60129. Il est recommandé que le dispositif de sectionnement de l'alimentation et le sectionneur de terre associé soient combinés en une seule unité fonctionnelle (voir 3.104 de la CEI 60298). S'ils ne sont pas associés conformément à la CEI 60298 ou à la CEI 60466, ils doivent exister des verrouillages qui garantissent que

- la fermeture et l'ouverture du sectionneur de terre n'est possible que si le sectionneur de l'alimentation est en position ouvert;
- la fermeture et l'ouverture du sectionneur de l'alimentation n'est possible que si le sectionneur de terre est en position ouvert.

## 5.2.3 Spécifications

### 5.2.3.1 Dispositif de sectionnement

Quand le dispositif de sectionnement est de l'un des types définis en 5.2.2 a) et 5.2.2 b), il doit répondre à toutes les prescriptions suivantes:

- séparer l'équipement électrique de l'alimentation HT, et ne posséder qu'une position MISE HORS TENSION (sectionné) et une position MISE SOUS TENSION, clairement repérées par «O» et «I» (symboles IEC-60417-5008 et IEC-60417-5007, voir 10.2.2 de la CEI 60204-1) et avec des directions de manœuvre conformes à la CEI 61310-3;
- comporter une ouverture visible ou un indicateur de position qui ne puisse indiquer la position MISE HORS TENSION (sectionné) que si tous les contacts sont effectivement ouverts et si les distances de sectionnement adéquates sont garanties;
- pouvoir être verrouillé en position MISE HORS TENSION (sectionné) (par exemple à l'aide de cadenas). Lorsqu'il est ainsi verrouillé, une fermeture locale ou à distance doit être empêchée;
- couper tous les conducteurs actifs de son alimentation;
- avoir un pouvoir de coupure suffisant pour interrompre le courant du moteur le plus puissant lorsqu'il est bloqué avec la somme des courants en marche normale de tous les autres moteurs et/ou charges. Le pouvoir de coupure calculé peut être réduit en utilisant un facteur de diversité reconnu.

When two or more supply disconnecting devices are provided, protective interlocks for their correct operation shall be used where a hazardous condition or damage to the machine or to the work in progress can occur.

For each incoming HV supply, means shall be provided to earth and short-circuit all live conductors by connecting them to the earthing system (e.g. for work on the HV equipment).

## 5.2.2 Type

The supply disconnecting device shall be one of the following types:

- a) a switch-disconnector, with or without fuses;
- b) a disconnecting device that is interlocked to ensure that it cannot be operated until an associated switching device has opened the load circuit;
- c) a plug and socket-outlet or an appliance coupler (see 3.32) for a flexible cable supply (e.g. reeled, festooned) to a mobile machine under the following conditions:
  - it shall not be possible to connect or disconnect a plug and socket-outlet or an appliance coupler during load conditions. The effects of charging currents shall be taken into account;
  - the plug and socket-outlet or the appliance coupler shall be so connected that the part connected to the incoming power supply is that which is protected to at least IP2XH or IPXXBH, when located inside an enclosed electrical operating area, or to at least IP4XH or IPXXDH when located outside an enclosed electrical operating area.

When used, earthing switches shall be constructed and selected in accordance with IEC 60129. It is recommended that the supply disconnecting device and the associated earthing switch be combined in a functional unit (see 3.104 of IEC 60298). When not assembled with the associated disconnecting device in accordance with IEC 60298 or IEC 60466, there shall be interlocks which ensure that

- closing and opening of the earthing switch is only possible when the disconnecting device is in the open position, and
- closing and opening of the disconnecting device is only possible when the earthing switch is in the open position.

## 5.2.3 Requirements

### 5.2.3.1 Disconnecting (isolating) device

When the supply disconnecting device is one of the types specified in 5.2.2 a) or 5.2.2 b) it shall fulfil all of the following requirements:

- isolate the electrical equipment from the HV supply and have one OFF (isolated) and one ON position only, clearly marked with "O" and "I" (symbols IEC-60417-5008 and IEC-60417-5007, see 10.2.2 of IEC 60204-1), with the actuating directions in accordance with IEC 61310-3;
- have a visible gap or a position indicator which cannot indicate OFF (isolated) until all contacts are actually open and adequate isolating distances are ensured;
- be provided with a means permitting it to be locked in the OFF (isolated) position (e.g. by padlocks). When so locked, local as well as remote closing shall be prevented;
- disconnect all live conductors of its power supply circuit;
- have a breaking capacity sufficient to interrupt the current of the largest motor when stalled together with the sum of the normal running currents of all other motors and/or loads. The calculated breaking capacity may be reduced by the use of a proven diversity factor.

Si un organe de manœuvre extérieur (par exemple poignée) est prévu, les couleurs NOIR et GRIS sont recommandées.

**Exception:** voir 10.7.4 de la CEI 60204-1.

### 5.2.3.2 Moyens de mise à la terre et en court-circuit

Les moyens de mise à la terre doivent pouvoir supporter le courant de court-circuit présumé de l'alimentation.

Lorsqu'on l'utilise, un sectionneur de terre doit

- avoir un indicateur de position fiable;
- avoir une poignée extérieure pour assurer la fonction de mise à la terre (ce peut être la poignée utilisée aussi pour commander le sectionneur de l'alimentation);
- mettre à la terre et en court-circuit tous les conducteurs actifs à l'installation de mise à la terre;
- être doté de moyens lui permettant d'être verrouillé en position MISE SOUS TENSION, et si nécessaire (voir la question 16 de l'annexe B) en position MISE HORS TENSION, de préférence par des cadenas.

Si un disjoncteur associé est utilisé pour la mise en court-circuit et à la terre et est verrouillé en position fermée (et mise à la terre), toute ouverture locale ou à distance doit être empêchée.

### 5.2.4 Poignée de commande

La ou les poignées du dispositif de sectionnement et de l'interrupteur de terre si elles existent, doivent être faciles à atteindre et il convient qu'elles se situent entre 0,6 m et 1,9 m au-dessus du plancher de service.

## 5.3 Appareils de coupure pour éviter un redémarrage intempestif

Des appareils de coupure pour éviter un redémarrage intempestif doivent être prévus (par exemple quand au cours des opérations de maintenance la mise en marche de la machine peut créer un danger). Les dispositifs décrits en 5.2.2 peuvent remplir cette fonction. Des sectionneurs, fusibles débrochables et liaisons démontables peuvent aussi être utilisés dans ce but, mais seulement lorsqu'ils sont situés dans des zones fermées de service électrique (voir 3.12).

De tels dispositifs doivent être adaptés à l'usage que l'on veut en faire, placés de manière adéquate, et facilement identifiables (par exemple par un marquage durable si nécessaire).

Des moyens doivent être fournis pour éviter la fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur du dispositif de sectionnement (voir aussi 5.5).

Lorsqu'on utilise des moyens autres que le dispositif de sectionnement conforme à 5.2.2 (par exemple utilisation du circuit de commande pour ouvrir un contacteur), leur emploi prévu pour le sectionnement ne concerne que les situations caractérisées par ce qui suit:

- pas de démontage significatif de la machine;
- des réglages nécessitant relativement peu de temps;
- pas de travaux entrepris sur ou près des parties HT de l'équipement électrique.

Where an external operating means (e.g. handle) is provided it should be BLACK or GREY.

**Exception:** see 10.7.4 of IEC 60204-1.

### 5.2.3.2 Means for earthing and short-circuiting

The means for earthing shall be capable of withstanding the prospective short-circuit current of the supply.

When used, an earthing switch shall

- have a reliable position indicator;
- have an external handle for the earthing function (this can be the handle also used for operating the disconnecting device);
- earth and short-circuit all live conductors to the earthing system;
- be provided with means permitting it to be locked in the ON position and, if required (see annex B, question 16), in the OFF position, preferably by padlocks.

When an associated circuit-breaker is used for short-circuiting and for earthing and is locked in the closed (and earthed) position, local as well as remote opening shall be prevented.

### 5.2.4 Operating handle

When provided, the handle(s) of the supply disconnecting device and of the earthing switch shall be easily accessible and should be located between 0,6 m and 1,9 m above the servicing level.

## 5.3 Devices for switching off for prevention of unexpected start-up

Devices for switching off for the prevention of unexpected start-up shall be provided (e.g. where, during maintenance, a start-up of the machine can create a hazard). Devices described in 5.2.2 may fulfil that function. Disconnectors, withdrawable fuse links or withdrawable links may also be used for that purpose, but only when located in an enclosed electrical operating area (see 3.12).

Such devices shall be appropriate and convenient for the intended use, shall be suitably placed, and readily identifiable (e.g. by a durable marking where necessary).

Means shall be provided to prevent inadvertent, and/or mistaken closure of the disconnecting device (see also 5.5).

When means other than supply disconnecting devices in accordance with 5.2.2 are used (e.g. a contactor or circuit-breaker switched off by a control circuit), such means for switching off are intended to be employed only for situations that include

- no significant dismantling of the machine;
- adjustments requiring a relatively short time;
- no work being carried out on or near the HV parts of the electrical equipment.

## 5.4 Dispositifs de sectionnement et dispositions de mise à la terre pour l'équipement HT

Des dispositifs doivent être fournis pour le sectionnement (isolement) et la mise à la terre de l'équipement HT afin de rendre possible des interventions sans risque de choc et de brûlure électriques.

Le dispositif de sectionnement de l'alimentation associé au dispositif de mise à la terre du circuit concerné (voir 5.2) peut remplir cette fonction. Cependant, lorsqu'il est nécessaire d'intervenir sur une ou des parties HT individuelles de l'équipement électrique d'une machine, ou sur l'une d'un groupe de plusieurs machines alimentées par un système de barre conductrice ou un fils conducteur, un dispositif de sectionnement associé à un dispositif de mise à la terre doit être prévu pour chaque partie ou chaque machine nécessitant un sectionnement et une mise à la terre séparés. Lorsque des condensateurs HT font partie de l'équipement électrique, des moyens de décharges doivent être prévus.

Les dispositifs décrits en 5.2 peuvent remplir ces fonctions. D'autres dispositifs de sectionnement tels que sectionneurs, fusibles embrochables, liaisons démontables, associés à un moyen de mise à la terre, peuvent être utilisés dans ce but, mais seulement lorsqu'ils sont situés dans une zone fermée de service électrique. De tels dispositifs de sectionnement et de mise à la terre doivent être

- appropriés à l'usage prévu;
- correctement placés;
- aisément identifiables quant à la partie HT ou circuit HT de l'équipement électrique concernée (par exemple par un marquage durable si nécessaire);
- pourvus de moyens appropriés pour éviter la fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur des dispositifs de sectionnement et l'ouverture du moyen de mise à la terre. Exception, voir 5.5.

Les matériels électriques tels que transformateurs HT ou condensateurs HT doivent être équipés de dispositifs complémentaires de mise à la terre et en court-circuit à proximité de ces matériels électriques, sauf s'ils sont à proximité immédiate de l'appareillage associé.

NOTE Si l'équipement HT est une partie de l'installation de puissance, le paragraphe 7.3 du HD 637 peut s'appliquer.

## 5.5 Protection contre une manœuvre non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur

Les dispositifs de sectionnement et de mise à la terre décrits en 5.3 et 5.4 aptes à recevoir des moyens pour les verrouiller en position MISE HORS TENSION ou à l'état sectionné ou mis à la terre (par exemple par cadenas) afin d'assurer une protection contre la fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur, doivent être équipés de ces moyens. D'autres moyens de protection contre un tel fonctionnement (par exemple des signaux d'avertissement) peuvent être utilisés si ces moyens non verrouillables sont situés dans une zone fermée de service électrique.

Cependant, lorsqu'une prise combinée utilisée conformément à 5.2.2 c) (par exemple prise combinée) ou un dispositif de mise à la terre est situé de manière à pouvoir être sous la surveillance directe de l'opérateur, aucun moyen pour verrouiller n'est obligatoire.

# 6 Protection contre les chocs électriques

## 6.1 Généralités

Les parties HT de l'équipement électrique doivent assurer la protection des personnes contre les chocs électriques résultant

- de contacts directs;
- de contacts indirects.

## 5.4 Devices for disconnecting and means for earthing HV equipment

Devices for disconnecting (isolating) and means for earthing HV equipment shall be provided to enable work to be carried out without a risk from electric shock or burn.

The supply disconnecting device together with a means for earthing the relevant circuit (see 5.2) may fulfil these functions. However, where it is necessary to work on individual HV part(s) of the electrical equipment of a machine, or on one of a number of machines fed by a common conductor bar or conductor wire system, a disconnecting device together with a means for earthing shall be provided for each part, or for each machine, requiring separate isolation and earthing. Where HV capacitors are part of the electrical equipment, discharging means shall be provided.

Devices described in 5.2 may fulfil these functions. Other means of isolation such as disconnectors, withdrawable fuse links or withdrawable links, together with a means for earthing, may also be used for that purpose, but only when located in an enclosed electrical operating area. Such disconnecting devices and means for earthing shall be

- appropriate and convenient for the intended use;
- suitably located;
- readily identifiable as to which HV part or HV circuit(s) of the electrical equipment is served (e.g. by durable marking where necessary);
- provided with adequate means to prevent unauthorized, inadvertent, and/or mistaken closure of the disconnecting devices and opening of the means for earthing. Exception, see 5.5.

Electrical equipment such as HV transformers or HV capacitors shall be provided with additional means of earthing and short-circuiting adjacent to that electrical equipment, except where it is located in the immediate vicinity of the associated switchgear.

NOTE Where the HV equipment is part of a power installation, 7.3 of HD 637 can apply.

## 5.5 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken operation

The devices for disconnecting (isolating) and means for earthing described in 5.3 and 5.4 that are capable of being equipped with means to lock them in the OFF position or disconnected state or earthed condition (e.g. by padlocks) in order to achieve protection against unauthorized, inadvertent, and/or mistaken operation shall be equipped with such means. Other means of protection against such operation (e.g. warning labels) may be used where the non-lockable means are located in an enclosed electrical operating area.

However, when a device according to 5.2.2 c) (e.g. plug/socket combination) and/or a means for earthing is so positioned that it can be under the immediate supervision of the person carrying out the work, means for locking need not be provided.

# 6 Protection against electric shock

## 6.1 General

The HV parts of the electrical equipment shall provide protection of persons against electric shock from

- direct contact;
- indirect contact.

Les dispositions recommandées pour cette protection sont données en 6.2 et 6.3, tirés de la CEI 60364-4-41. Si ces dispositions recommandées ne sont pas applicables, d'autres dispositions de la CEI 60364-4-41 et du HD 637 peuvent être utilisées.

## 6.2 Protection contre les contacts directs

La protection contre les contacts directs avec des parties actives, des parties isolées pour des raisons fonctionnelles et des parties pouvant être soumises à des tensions dangereuses (des exemples de telles parties sont données en 7.1.1 du HD 637) doit comprendre ce qui suit:

### a) dans les installations à l'extérieur de zones fermées de service électrique

La protection contre les contacts directs doit être assurée par des enveloppes procurant un indice de protection minimal IPXXDH selon la CEI 60529.

### b) dans les installations à l'intérieur de zones fermées de service électrique

La protection contre les contacts directs doit être assurée par des enveloppes, des portes, des grillages ou des barrières procurant un indice de protection minimal IPXXAH selon la CEI 60529. Les dimensions des portes, grillages, barrières et les distances aux parties actives doivent être conformes à 6.3 du HD 637.

L'accès aux parties HT de l'équipement électrique ne doit être possible qu'à l'aide d'une clef ou d'un outil.

Si ces dispositions ne sont pas possibles, d'autres mesures de protection contre les contacts directs (par exemple par mise hors de portée, obstacles) telles que cela est spécifié en 7.1 du HD 637 peuvent être utilisées.

NOTE Pour les mesures de protection pour les ensembles de fils conducteurs, de barres conductrices et de bagues glissantes, voir 13.8.1.

## 6.3 Protection contre les contacts indirects

### 6.3.1 Généralités

La protection contre les contacts indirects (3.22) est destinée à protéger les personnes contre les conditions dangereuses pouvant résulter d'une défaillance d'isolement entre les parties actives et la masse.

Pour chaque circuit HT ou partie HT de l'équipement électrique, au moins une des mesures définies de 6.3.2 à 6.3.3 doit être appliquée.

La protection contre les contacts indirects peut être réalisée par

- des mesures pour empêcher l'apparition de tension de contact dangereuse dépassant la tension tolérée lors d'une défaillance permanente, ou
- pour une tension de contact plus élevée non dangereuse lors de la défaillance, la coupure automatique de l'alimentation dans le temps permis.

Ces mesures nécessitent une coordination entre

- le type d'alimentation et les mises à la terre;
- les valeurs d'impédance des divers composants du circuit de protection; et
- les caractéristiques des dispositifs utilisés pour la détection des défauts d'isolement.

The recommended measures for this protection are given in 6.2 and 6.3, which are derived from IEC 60364-4-41 and from HD 637. Where those recommended measures are not practicable, other measures from HD 637 may be used.

## **6.2 Protection against direct contact**

Protection against direct contact with live parts, parts with insulation for functional purposes only and with parts which can be considered to have a hazardous potential (for examples of such parts see 7.1.1 of HD 637) shall be provided as follows:

### **a) installations outside enclosed electrical operating areas**

Protection against direct contact shall be provided by enclosures with a minimum degree of protection of IPXXDH, according to IEC 60529.

### **b) installations inside enclosed electrical operating areas**

Protection against direct contact shall be provided by enclosures or doors or mesh-grids or barriers to a minimum degree of protection of IPXXAH, according to IEC 60529. Dimensions of doors, mesh-grids and barriers and clearances to live parts shall be in accordance with 6.3 of HD 637.

Access to HV parts of the electrical equipment shall only be possible by the use of a key or tool.

Where these measures are not practicable, other measures for protection against direct contact (e.g. by placing out of reach, using obstacles) as specified in 7.1 of HD 637 may be applied.

NOTE For protective measures for conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies, see 13.8.1.

## **6.3 Protection against indirect contact**

### **6.3.1 General**

Protection against indirect contact (3.22) is intended to prevent hazardous conditions in the event of an insulation failure between live parts and exposed-conductive-parts.

For each HV circuit or HV part of the electrical equipment, at least one of the measures in accordance with 6.3.2 to 6.3.3 shall be applied.

Protection against indirect contact can be achieved

- by measures to prevent the occurrence of a touch voltage which exceeds the tolerable touch voltage for an unlimited time of fault duration, or
- for a higher touch voltage, which is not hazardous for a limited time of fault duration, by automatic disconnection of the supply within that time.

These measures necessitate coordination between

- the type of supply and neutral earthing,
- the impedance values of the different elements of the protective bonding circuit, and
- the characteristics of the devices used to detect insulation failure.

### 6.3.2 Mesures pour empêcher l'apparition d'une tension de contact dangereuse lors d'un défaut permanent

Les mesures de protection contre une tension de contact dangereuse lors d'un défaut permanent comprennent

- le choix et la conception de l'alimentation et la mise à la terre du neutre conformément à 3.1 du HD 637, et
- le choix de l'installation de mise à la terre conformément à l'article 9 du HD 637.

Il est recommandé d'utiliser un schéma de distribution isolé de la terre, ou dont le point neutre est relié à la terre par une impédance élevée, et de prévoir un dispositif de détection de défaut à la terre provoquant une alarme en cas de défaut.

NOTE Les systèmes de distribution isolés de la terre comprennent des systèmes sans neutre comme des systèmes monophasés, des systèmes connectés en étoile et des distributions en courant continu.

### 6.3.3 Protection par coupure automatique de l'alimentation lors d'un défaut de durée limitée

La coupure automatique de l'alimentation après l'apparition d'une défaillance de l'isolation d'un circuit pendant une durée limitée est destinée à empêcher une condition dangereuse due à une tension de contact supérieure à la tension de contact permise pour un défaut permanent.

Cette mesure de protection comprend à la fois

- le raccordement des masses au circuit de protection (voir article 8), et
- soit
  - a) l'utilisation de dispositifs pour la coupure automatique de l'alimentation dans le cas de défaut d'isolation dans une distribution avec neutre directement mis à la terre ou connecté à travers une faible impédance, soit
  - b) l'utilisation d'un contrôleur permanent d'isolement pour la coupure automatique en schéma isolé de la terre ou conçu avec le point neutre présentant une impédance élevée par rapport à la terre.

Le choix et le réglage de dispositif(s) doivent être tels qu'ils assurent la coupure automatique de l'alimentation avant l'apparition d'une tension de contact dangereuse due à une défaillance de l'isolation.

NOTE Pour les tensions de contact dangereuses, voir l'article 9 du HD 637.

### 6.3.4 Protection des machines mobiles

Les dispositions décrites en 6.3.2 et 6.3.3 doivent être choisies en tenant compte

- de la tension du réseau,
- de la longueur du câble d'alimentation,
- du nombre de machines connectées à l'origine de l'alimentation,

éléments qui sont peu variables, et

- du type de câble de l'alimentation;
- du schéma des liaisons à la terre;
- de la valeur du courant de défaut dans un réseau à neutre faiblement impédant.

### 6.3.2 Measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage for an unlimited time of fault duration

Measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage for an unlimited time of fault duration include the following:

- selection or design of the supply system and neutral earthing in accordance with 3.1 of HD 637, and
- design of the earthing system in accordance with clause 9 of HD 637.

It is recommended that a supply system which is isolated from earth, or is designed with its neutral point having a high impedance to earth, is used. An earth fault detection device should be provided to initiate an alarm when an earth fault is detected.

NOTE Supply systems isolated from earth include systems without a neutral point such as single-phase systems, delta connected systems and d.c. systems.

### 6.3.3 Protection by automatic disconnection of supply within a limited time of fault duration

Automatic disconnection of the supply of any circuit affected by the occurrence of an insulation failure within a limited time is intended to prevent a hazardous condition resulting from a touch voltage higher than the tolerable touch voltage for an unlimited time of fault duration.

This protective measure comprises both

- the connection of exposed-conductive-parts to the protective bonding circuit (see clause 8), and
- either
  - a) the use of devices for the automatic disconnection of the supply in the event of an insulation failure in a supply system with low-impedance neutral earthing or direct neutral earthing, or
  - b) the use of earth fault detection to initiate automatic disconnection of a supply system isolated from earth or designed with its neutral point having a high impedance to earth.

The selection/setting of the device(s) shall be such as to ensure that automatic disconnection of the supply takes place before the touch voltage, arising from an insulation failure, becomes hazardous.

NOTE For hazardous touch voltages, see clause 9 of HD 637.

### 6.3.4 Protection for mobile machines

The measures described in 6.3.2 and 6.3.3 shall be selected by taking the following into consideration:

- system voltage;
- length of supply cable;
- number of machines connected to the point of supply;

over which there may be little influence, and

- type of supply cable;
- type of neutral earthing;
- value of earth-fault current in a supply system with low impedance neutral earthing.

Des limitations générales dues au schéma du réseau sont données ci-après:

- la mise directe du neutre à la terre n'est généralement appropriée que pour des réseaux de tension inférieure à 2 kV. La coupure automatique de l'alimentation est toujours prescrite;
- le neutre à la terre faiblement impédant peut être approprié à des réseaux jusqu'à 36 kV et pour une longueur de câble jusqu'à 4 km. La coupure automatique de l'alimentation est normalement nécessaire;
- le neutre à la terre isolé ou fortement impédant est approprié à des réseaux jusqu'à 36 kV et pour une longueur de câble jusqu'à 8 km (cette longueur dépend de la réactance de l'ensemble des câbles connectés à l'alimentation). La coupure automatique de l'alimentation n'est généralement pas nécessaire.

## **7 Protection de l'équipement HT**

### **7.1 Généralités**

Cet article détaille les mesures à prendre pour protéger les parties HT de l'équipement contre les effets des

- surintensités (7.2);
- défauts à la terre (7.3);
- surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres (7.4);
- autres conditions anormales (7.5).

La CEI 60204-1 donne les mesures à prendre pour protéger les matériels contre les effets de

- courant de surcharge des moteurs (en 7.3 de la CEI 60204-1);
- perte ou diminution de la tension d'alimentation (en 7.5 de CEI 60204-1);
- survitesse des machines ou éléments de machine (en 7.6 de la CEI 60204-1);
- séquence de phases erronée (en 7.8 de la CEI 60204-1).

### **7.2 Protection contre les surintensités**

#### **7.2.1 Généralités**

Une protection contre les surintensités doit être prévue lorsque le courant dans un circuit de la machine peut dépasser soit la valeur assignée d'un composant, soit l'intensité admissible des conducteurs, la valeur la plus faible des deux étant retenue. Les calibrages ou réglages à utiliser sont détaillés en 7.2.6.

#### **7.2.2 Conducteurs d'alimentation**

A moins qu'il en soit spécifié différemment par l'utilisateur, le fournisseur de l'équipement HT ne doit pas être responsable de la fourniture du dispositif de protection contre les surintensités pour les conducteurs d'alimentation de l'équipement HT.

Le fournisseur de l'équipement HT doit indiquer sur le plan d'installation les renseignements nécessaires pour sélectionner ce dispositif de protection contre les surintensités (voir 7.2.6 de cette norme et 18.5 de la CEI 60204-1) (voir la question 15 de l'annexe B).

#### **7.2.3 Circuits de puissance**

Des dispositifs de détection et de coupure des surintensités, choisis conformément à 7.2.6, doivent être insérés dans chaque conducteur actif.

General limitations depending upon the type of supply system are given below:

- direct neutral earthing is generally only appropriate for system voltages less than 2 kV. Automatic disconnection is always required;
- low impedance neutral earthing may be appropriate for system voltages up to 36 kV and a cable length up to 4 km. Automatic disconnection is normally necessary;
- isolated neutral earthing or high impedance neutral earthing is appropriate for system voltages up to 36 kV and a cable length up to 8 km (this length depends upon the capacitive reactance of all cables connected to the supply). Automatic disconnection is normally not necessary.

## **7 Protection of HV equipment**

### **7.1 General**

This clause details the measures to be taken to protect HV parts of the electrical equipment against the effects of

- overcurrent (7.2);
- earth fault (7.3);
- overvoltage due to lightning and switching surges (7.4);
- other abnormal conditions (7.5).

IEC 60204-1 details measures to be taken to protect equipment against the effects of

- overload current of motors (7.3 of IEC 60204-1);
- loss of or reduction in the supply voltage (7.5 of IEC 60204-1);
- overspeed of machines/machine elements (7.6 of IEC 60204-1);
- incorrect phase sequence (7.8 of IEC 60204-1).

### **7.2 Overcurrent protection**

#### **7.2.1 General**

Overcurrent protection shall be provided where the current in a machine circuit can exceed either the rating of any component or the current-carrying capacity of the conductors, whichever is the lesser value. The ratings or settings to be used are detailed in 7.2.6.

#### **7.2.2 Supply conductors**

Unless otherwise specified by the user, the supplier of the HV equipment shall not be responsible for providing the overcurrent protective device for the supply conductors to the HV equipment.

The supplier of the HV equipment shall state on the installation diagram the data necessary for selecting the overcurrent protective device (see 7.2.6 of this standard and 18.5 of IEC 60204-1) (see annex B, question 15).

#### **7.2.3 Power circuits**

Devices for detection and interruption of overcurrent, selected in accordance with 7.2.6, shall be applied to each live conductor.

#### 7.2.4 Transformateurs de puissance

Les transformateurs doivent être protégés contre les surintensités conformément à la CEI 60076-5. Une telle protection doit (voir aussi 7.2.6)

- éviter le déclenchement intempestif dû aux courants d'appel magnétisants des transformateurs;
- éviter un échauffement des enroulements excédant la valeur permise pour la classe d'isolement du transformateur lorsqu'il est soumis aux effets d'un court-circuit à ses bornes secondaires.

Il convient que le type et le réglage du dispositif protecteur contre les surintensités soient conformes aux recommandations du fournisseur de transformateur.

Pour la protection contre d'autres conditions anormales, voir 7.5.

#### 7.2.5 Dispositifs de protection contre les surintensités

Le pouvoir de coupure assigné doit être au moins égal au courant de court-circuit présumé à ce point de l'installation. Si le courant de court-circuit apparaissant dans le dispositif de protection inclut des courants autres que ceux de l'alimentation (par exemple de moteurs, de capacités de correction du facteur de puissance), ces courants doivent être pris en compte.

Les dispositifs de protection contre les surintensités pour les circuits de puissance comprennent les fusibles et les disjoncteurs.

#### 7.2.6 Calibrage et réglage des dispositifs de protection contre les surintensités

Le courant nominal des fusibles ou le réglage des autres dispositifs de protection contre les surintensités doit être choisi aussi faible que possible mais être adapté aux surintensités prévues (par exemple démarrage de moteurs ou mise sous tension de transformateurs). Lors du choix de tels dispositifs de protection, il convient de tenir compte de la protection des appareils de connexion en cas de surintensités (par exemple contre la soudure des contacts).

Le courant nominal ou le réglage d'un dispositif de protection contre les surintensités est déterminé par l'intensité admissible dans les conducteurs à protéger par ce dispositif, conformément à 13.4. Il est recommandé de tenir compte des besoins de coordination avec les autres appareils électriques du circuit protégé. Il convient de respecter les recommandations du fournisseur de ces appareils.

### 7.3 Protection contre les défauts à la terre

Une protection contre les défauts à la terre doit être prévue comme cela est décrit ci-après si le courant de défaut à la terre peut être plus faible que celui du réglage des dispositifs de protection contre les surintensités et que des dommages inacceptables pour les équipements électriques peuvent se produire.

Un dispositif de surveillance des défauts à la terre approprié au schéma de l'alimentation HT utilisée (par exemple réseau isolé de la terre, réseau mis à la terre) doit être fourni. Les équipements électriques ou une partie appropriée doit être isolée si le courant de défaut à la terre dépasse la valeur donnée courant/temps.

Le réglage de ces dispositifs doit être aussi bas que possible et cohérent avec le fonctionnement correct des matériels électriques.

### 7.2.4 Transformers

Transformers shall be protected against overcurrent in accordance with IEC 60076-5. Such protection shall (see also 7.2.6)

- avoid nuisance tripping due to transformer magnetizing inrush currents;
- avoid a winding temperature rise in excess of the permitted value for the insulation class of transformer when it is subjected to the effects of a short circuit at its secondary terminals.

The type and setting of the overcurrent protective device should be in accordance with the recommendations of the transformer supplier.

For the provision of protection against other abnormal conditions, see 7.5.

### 7.2.5 Overcurrent protective devices

The rated short-circuit breaking capacity shall be at least equal to the prospective fault current at the point of installation. Where the short-circuit current to an overcurrent protective device can include additional currents other than from the supply (e.g. from motors, from power factor correction capacitors), those currents shall be taken into consideration.

Overcurrent protective devices for power circuits include fuses and circuit-breakers.

### 7.2.6 Rating and setting of overcurrent protective devices

The rated current of fuses or the setting current of other overcurrent protective devices shall be selected as low as possible but adequate for the anticipated overcurrents (e.g. during starting of motors or energizing of transformers). When selecting those protective devices, consideration should be given to the protection of switching devices against damage due to overcurrents (e.g. welding of the switching device contacts).

The rated current or setting of an overcurrent protective device is determined by the current-carrying capacity of the conductors to be protected by that device in accordance with 13.4. That should take into account the needs of coordination with other electrical devices in the protected circuit. The recommendations of the supplier of those devices should be followed.

## 7.3 Earth fault protection

Earth fault protection shall be provided as described below when the earth-fault current can be lower than the setting of the overcurrent protective devices and unacceptable damage to the electrical equipment can occur.

An earth fault monitoring system that is appropriate to the type of HV supply system in use (e.g. system isolated from earth, earthed system) shall be provided. The electrical equipment or the appropriate section of the electrical equipment shall be switched off if the earth fault exceeds a given current/time value.

The setting of the earth fault protective devices shall be as low as possible and consistent with proper operation of the electrical equipment.

Sauf spécifications contraires de l'utilisateur, le fournisseur des équipements HT n'est pas responsable de la fourniture du dispositif de protection contre les défauts à la terre des conducteurs de l'alimentation HT des équipements. Le fournisseur des équipements HT doit indiquer sur les schémas d'installation les données nécessaires au choix du dispositif de protection contre les défauts à la terre (voir 7.2.6 de cette norme et 18.5 de la CEI 60204-1) (voir annexe B).

#### **7.4 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique et les surtensions de manœuvre**

Des dispositifs de protection peuvent être prévus pour la protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou de manœuvre.

Les dispositifs de limitation des surtensions de manœuvre doivent être connectés entre les bornes HT de tout équipement électrique nécessitant une telle protection.

#### **7.5 Protection contre d'autres conditions anormales**

D'autres protections contre des conditions telles des températures anormales, des surpressions et des courants de fuite doivent être fournies pour des équipements HT remplis de liquide tels que transformateurs, inductances et appareillages conformément au HD 637, afin d'éviter toute situation dangereuse.

NOTE Voir aussi 7.6 de HD 637.

### **8 Liaisons équipotentielles**

#### **8.1 Généralités**

Cet article concerne les prescriptions relatives aux liaisons équipotentielles

- des masses des équipements électriques,
- des éléments conducteurs étrangers de la machine,
- de l'installation de mise à la terre,

et à la liaison équipotentielle supplémentaire (voir 8.2.7) si prescrit, afin d'assurer la protection contre les contacts indirects. La figure 2 illustre ces concepts.

L'utilisation de termes relatifs à la mise à la terre et à l'équipotentialité dans la présente partie de la CEI 60204 est différente de celle du HD 637. Voir annexe E.

Unless otherwise specified by the user, the supplier of the HV equipment is not responsible for providing the earth fault protective device for the HV supply conductors. The supplier of the HV equipment shall state on the installation diagram the data necessary for selecting the earth fault protective device (see 7.2.6 of this standard and 18.5 of IEC 60204-1) (see annex B).

#### **7.4 Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges**

Protective devices can be provided to protect against the effects of overvoltages due to lightning or to switching surges.

Devices for the suppression of overvoltages due to switching surges shall be connected across the HV terminals of all electrical equipment requiring such protection.

#### **7.5 Protection against other abnormal conditions**

Protection against conditions such as abnormal temperature, overpressure and leakage shall be provided on liquid-filled HV equipment such as transformers, reactors and switchgear as necessary in accordance with HD 637, to prevent the occurrence of a hazardous situation.

NOTE See also HD 637, 7.6.

### **8 Equipotential bonding**

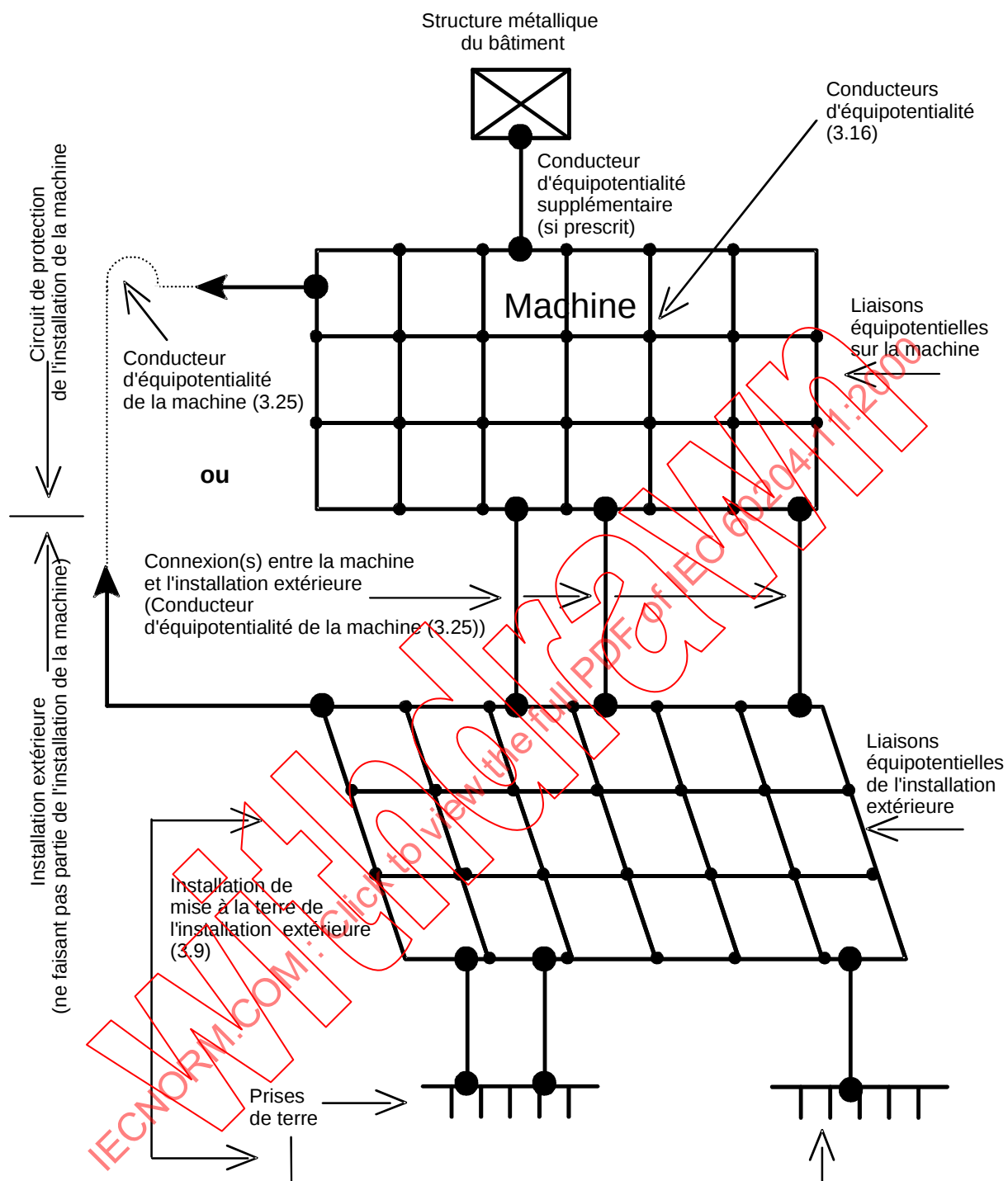
#### **8.1 General**

This clause gives requirements for the equipotential bonding of

- the exposed-conductive-parts of the electrical equipment,
- the extraneous-conductive-parts of the machine, and
- the earthing system,

and for supplementary equipotential bonding (see 8.2.7) as required, in order to ensure protection against indirect contact. Figure 2 illustrates these concepts.

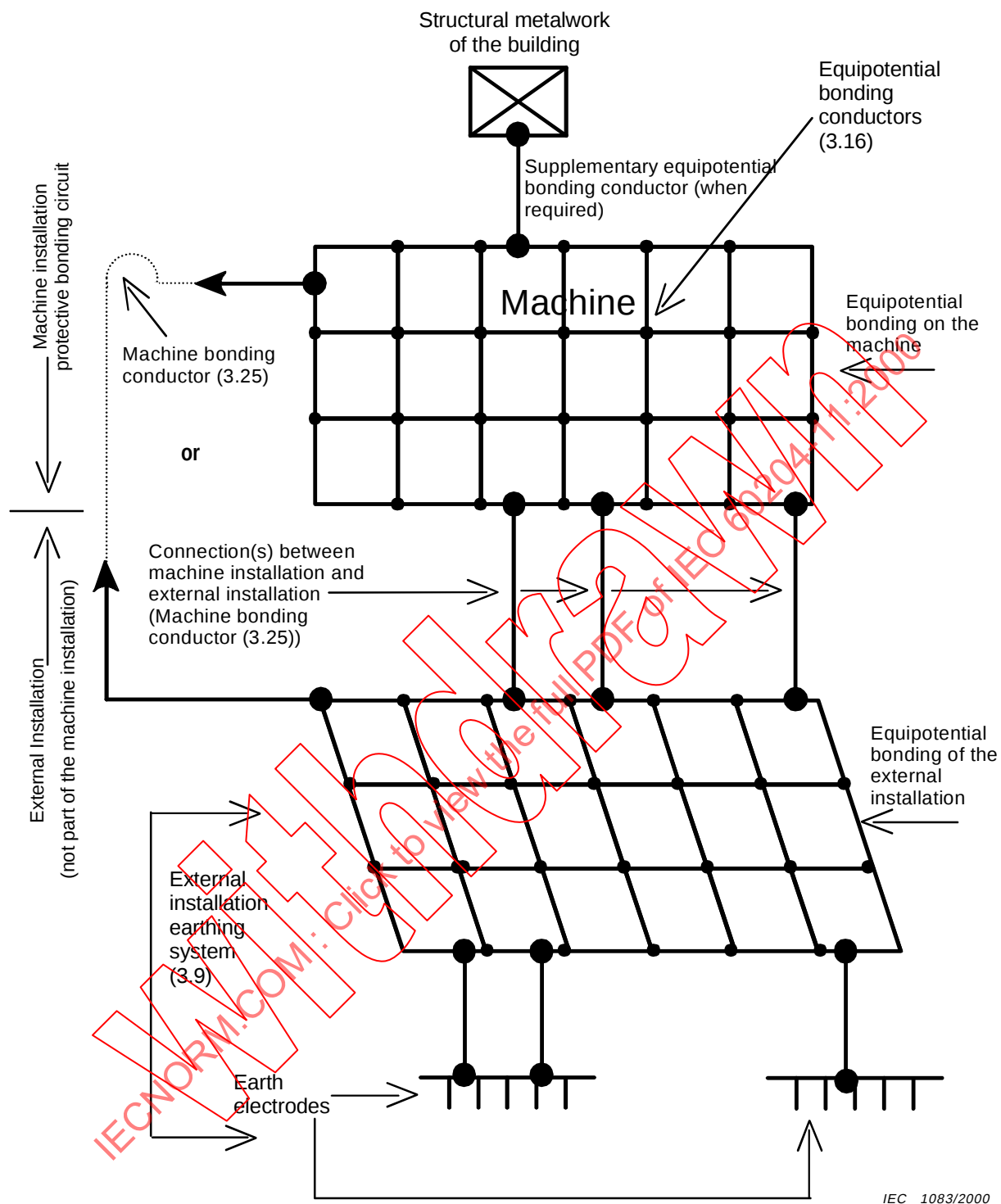
The use of the terms related to earthing and protective bonding in this part of IEC 60204 is different in some respects to their use in HD 637 (see annex E).



IEC 1083/2000

NOTE Les conducteurs de protection de l'équipement électrique de la machine ne sont pas montrés (voir figure 3 de la CEI 60204-1).

**Figure 2 – Exemple de liaisons équipotentielle (voir 3.15) pour l'équipement électrique d'une machine**



NOTE The protective conductors of the electrical equipment of the machine are not shown (see figure 3 of IEC 60204-1).

**Figure 2 – Example of the equipotential bonding (see 3.15) for electrical equipment of a machine**

## 8.2 Circuit de protection

### 8.2.1 Généralités

Le circuit de protection comprend (voir figure 2)

- les conducteurs d'équipotentialité de la machine;
- les conducteurs de protection dans l'équipement électrique de la machine, y compris les contacts glissants s'ils font partie du circuit;
- les conducteurs d'équipotentialité connectés aux parties structurales des équipements électriques et de la machine (liaison équipotentielle sur la machine).

Pour les machines mobiles avec alimentations de puissance embarquées, les circuits de protection, les masses et les éléments conducteurs étrangers doivent tous être raccordés à une borne de terre afin d'assurer la protection contre les chocs électriques. Si une machine mobile peut être aussi raccordée à une alimentation extérieure, la borne du circuit de protection doit être le point de connexion du conducteur de protection externe.

NOTE Si l'alimentation électrique est incorporée dans des parties fixes, mobiles ou portatives de la machine, et s'il n'existe pas de source extérieure d'alimentation (par exemple dans le cas d'un chargeur de batteries embarqué non raccordé), il n'est pas nécessaire de raccorder un tel équipement électrique à un conducteur de protection externe.

Toutes les parties des circuits de protection interconnectés des équipements HT et BT doivent être conçues pour être capables de résister aux contraintes thermiques et mécaniques les plus importantes pouvant être provoquées par des courants de défaut à la terre susceptibles de circuler dans une partie des circuits de protection. Des indications pour satisfaire à cette prescription sont données en 9.4 du HD 637.

Les parties structurales de la machine doivent être individuellement connectées au circuit de protection.

Toute partie structurale de l'équipement électrique ou de la machine peut être utilisée comme partie du circuit de protection à condition de respecter les prescriptions de la CEI 60364-5-54.

### 8.2.2 Conducteurs de protection

Les conducteurs de protection doivent être identifiés conformément à 14.2.

Il est recommandé d'utiliser des conducteurs en cuivre. Dans le cas d'utilisation de matériau conducteur autre que le cuivre, la résistance électrique par unité de longueur ne doit pas dépasser la valeur admise pour un conducteur en cuivre. Le matériau doit être choisi en tenant compte des effets possibles de la corrosion.

La section  $S$  des conducteurs de protection nus doit être au moins égale à celle indiquée dans le tableau 1. Si la connexion de la machine à une installation de mise à la terre extérieure utilisant une telle valeur n'est pas suffisante pour la protection contre les contacts indirects, la section  $S$  des conducteurs nus doit être conforme à 9.2 du HD 637.

## 8.2 Protective bonding circuit

### 8.2.1 General

The protective bonding circuit consists of (see figure 2)

- the machine bonding conductor(s);
- the protective conductors of the electrical equipment of the machine, including sliding contacts where they are part of the circuit; and
- the equipotential bonding conductors connected to the structural parts of the electrical equipment and to the structural parts of the machine (equipotential bonding on the machine).

On mobile machines with on-board power supplies, the protective bonding circuits, the exposed-conductive-parts, and the extraneous-conductive-parts shall all be connected to a protective bonding terminal to provide protection against electric shock. When a mobile machine is also capable of being connected to an external incoming supply, the protective bonding terminal shall be the connection point for the external protective conductor.

NOTE When the supply of electrical energy is self-contained within stationary, mobile, or movable items of machinery, and when there is no external supply connected (e.g. when an on-board battery charger is not connected), there is no need to connect such electrical equipment to an external protective conductor.

All parts of the interconnected protective bonding circuits for the HV equipment and the LV equipment shall be so designed that they are capable of withstanding the highest thermal and mechanical stresses that can be caused by earth-fault currents that could flow in any part of the protective bonding circuits. Details on how to fulfil this requirement are given in 9.4 of HD 637.

The structural parts of the machine shall be individually connected to the protective bonding circuit.

Any structural part of the electrical equipment or of the machine may be used as part of the protective bonding circuit provided that it satisfies the requirements of IEC 60364-5-54.

### 8.2.2 Protective conductors

Protective conductors shall be identified in accordance with 14.2.

Copper conductors should be used. Where a conductor material other than copper is used, the electrical resistance per unit length shall not exceed that of the allowable copper conductor. The conductor material shall be selected taking into account the possible effects of corrosion.

The cross-sectional area  $S$  of a bare protective conductor shall be at least that given in table 1. Where the connection of the machine to an external installation earthing system using such a value is not sufficient to provide protection against indirect contact, the cross-sectional area  $S$  of the bare conductor shall be according to 9.2 of HD 637.

**Tableau 1 – Section des conducteurs de protection nus**

| Prescriptions                                                                                                                                                                                                                                             | $S$<br>$\text{mm}^2$                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tenue mécanique                                                                                                                                                                                                                                           | $S_{\min} = 16 \text{ mm}^2$ pour le cuivre<br>$= 35 \text{ mm}^2$ pour l'aluminium<br>$= 50 \text{ mm}^2$ pour l'acier galvanisé |
| Contrainte thermique due à un défaut de courant à la terre permanent $I_E \leq 100 \text{ A}$                                                                                                                                                             |                                                                                                                                   |
| Contrainte thermique due à un défaut de courant à la terre permanent $I_E > 100 \text{ A}$                                                                                                                                                                | $S = S_{\min} (I_E/100)^2$                                                                                                        |
| Contrainte thermique due à un défaut de courant à la terre jusqu'à 5 s                                                                                                                                                                                    | Pour $S$ , voir annexe C                                                                                                          |
| NOTE $S_{\min}$ pour la tenue mécanique est aussi suffisante pour un défaut permanent jusqu'à 100 A dans les conducteurs nus, en se fondant sur les températures maximales permises de contact de 80 °C conformément au tableau 42A de la CEI 60364-4-42. |                                                                                                                                   |

### 8.2.3 Continuité du circuit de protection

Toutes les masses de l'équipement électrique ou de la ou des machines doivent être raccordées au circuit de protection. Si un élément est retiré pour une raison quelconque (par exemple la maintenance), le circuit de protection pour les éléments restants ne doit pas être interrompu.

Les points de raccordement et de liaison doivent être prévus de façon que leurs intensités admissibles ne soient pas altérées par des influences mécaniques, chimiques ou électrochimiques. Lors de l'utilisation d'enveloppe ou de conducteur en aluminium ou alliage d'aluminium, il convient de prendre particulièrement en compte les problèmes de corrosion électrolytique.

Les canalisations métalliques, souples ou rigides et les gaines métalliques de câbles ne doivent pas être utilisées comme conducteurs de protection. Néanmoins, de telles canalisations métalliques ainsi que la gaine métallique de tous les câbles de connexion (par exemple blindage de câble, gaine en plomb) doivent être raccordées au circuit de protection.

Les portes, couvercles ou plaques de fermeture sur lesquels sont montés des appareils (par exemple des interfaces avec l'opérateur) doivent être reliés au circuit de protection par un conducteur de protection.

Pour des machines (par exemple des machines mobiles) dont la connexion à l'installation de mise à la terre (conducteur d'équipotentialité de la machine) est réalisée uniquement par câbles souples, la continuité du conducteur de protection doit être assurée par une conception appropriée du câble (voir 13.7). Lorsque le câble, et donc le conducteur d'équipotentialité de la machine, est susceptible d'être endommagé (par exemple un câble pour engin mobile tiré sur le sol), la continuité du circuit de protection doit être surveillée (voir question 13 de l'annexe B). L'alimentation HT de la machine ou de l'une de ses parties appropriées doit être coupée

- si une perte de continuité du circuit de protection est détectée, ou
- si une défaillance du dispositif de surveillance apparaît.

Pour les prescriptions relatives à la continuité du circuit de protection en utilisant des ensembles de fils conducteurs, de barres conductrices et de bagues glissantes, voir 13.8.2.

**Table 1 – Cross-sectional area of bare protective conductors**

| Requirements                                                                                                                                                                                                                                   | S<br>mm <sup>2</sup>                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mechanical strength                                                                                                                                                                                                                            | $S_{\min}$ = 16 mm <sup>2</sup> for copper<br>= 35 mm <sup>2</sup> for aluminium<br>= 50 mm <sup>2</sup> for galvanized steel |
| Thermal stress due to continuous earth-fault current $I_E \leq 100$ A                                                                                                                                                                          |                                                                                                                               |
| Thermal stress due to continuous earth-fault current $I_E > 100$ A                                                                                                                                                                             | $S = S_{\min} (I_E/100)^2$                                                                                                    |
| Thermal stress due to short-time earth-fault current up to 5 s                                                                                                                                                                                 | For S see annex C                                                                                                             |
| NOTE $S_{\min}$ for mechanical strength is also sufficient for a continuous earth-fault current up to 100 A for bare conductors, based on the maximum allowable touchable temperature of 80 °C in accordance with table 42A of IEC 60364-4-42. |                                                                                                                               |

### 8.2.3 Continuity of the protective bonding circuit

All exposed-conductive-parts of the electrical equipment and the machine(s) shall be connected to the protective bonding circuit. Where a part is removed for any reason (e.g. routine maintenance), the protective bonding circuit for the remaining parts shall not be interrupted.

Connection and bonding points shall be so designed that their current-carrying capacity is not impaired by mechanical, chemical, or electrochemical influences. Where enclosures and conductors of aluminium or aluminium alloys are used, particular consideration should be given to the problems of electrolytic corrosion.

Metal ducts of flexible or rigid construction and metallic cable sheaths shall not be used as protective conductors. Nevertheless, such metal ducts and the metal sheathing of all connecting cables (e.g. cable armouring, lead sheath) shall be connected to the protective bonding circuit.

Doors, lids or cover plates on which devices (e.g. operator interface devices) are mounted shall be connected to the protective bonding circuit by a protective conductor.

For machines, for example mobile machines, where the connection to the earthing system (machine bonding conductor) is provided solely by flexible cables, the continuity of the protective conductor shall be assured by appropriate design of the cable (see 13.7). Where there is a possibility that the cable and hence the machine bonding conductor could become damaged (e.g. a trailing cable dragged on the ground), the continuity of the protective bonding circuit shall be monitored (see question 13 in annex B). The HV supply to the electrical equipment of the machine or to the relevant part of the machine shall be switched off

- when loss of continuity of the protective bonding circuit is detected, or
- when failure of the monitoring means occurs.

For requirements for the continuity of the protective bonding circuit using conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies, see 13.8.2.

#### 8.2.4 Exclusion d'appareils de connexion du circuit de protection

Le circuit de protection ne doit comprendre ni dispositif de coupure ni dispositif de protection contre les surintensités (par exemple interrupteur, fusible), ni organe de détection de courant appartenant à ces dispositifs.

NOTE Il est permis d'insérer de tels dispositifs s'ils n'entraînent pas l'interruption du circuit de protection, si leurs caractéristiques électriques empêchent en toutes circonstances une élévation dangereuse de la tension dans toute partie du circuit, et s'ils n'altèrent pas les performances du circuit.

#### 8.2.5 Interruption du circuit de protection

Lorsque la continuité du circuit de protection peut être interrompue par des collecteurs mobiles de courant et des prises combinées, le circuit de protection ne doit pas être interrompu avant la coupure des conducteurs de phase, et sa continuité doit être rétablie avant celle des conducteurs de phase. Cela concerne aussi les éléments démontables et débrochables (voir aussi 14.4).

Les enveloppes métalliques des ensembles prises/fiches doivent être connectés au circuit de protection.

#### 8.2.6 Points de raccordement du circuit de protection

Tous les conducteurs de protection doivent être raccordés conformément à 14.1.1. Les points de raccordement du conducteur de protection ne doivent pas présenter d'autres fonctions et ne doivent pas être, par exemple, utilisés pour la connexion d'accessoires ou d'éléments.

Chaque point de raccordement

- des conducteurs de protection à l'intérieur de l'équipement électrique de la machine,
- des conducteurs d'équipotentialité sur la machine (voir figure 2),
- des conducteurs d'équipotentialité de la machine (voir figure 2),

doit être identifié comme tel par le symbole IEC-60417-5019:



#### 8.2.7 Conducteurs d'équipotentialité supplémentaires

Les conducteurs d'équipotentialité supplémentaires doivent être utilisés pour relier le circuit de protection de la machine aux éléments métalliques de la structure du bâtiment s'ils sont à proximité immédiate de la machine (par exemple à moins de 2,5 m). Ces conducteurs doivent être conformes à 547.1.2 de la CEI 60364-5-54. La section d'un tel conducteur ne doit pas être inférieure à la moitié de la section du conducteur d'équipotentialité associé à la machine, ni inférieure à celle spécifiée en 8.2.2.

### 9 Circuits et fonctions de commande

Les prescriptions de l'article 9 de la CEI 60204-1 sont applicables sauf lorsque les circuits de commande basse tension sont couverts par d'autres normes. Les circuits de commande connectés directement aux circuits haute tension (par exemple circuits à thyristors) doivent présenter une séparation électrique avec les circuits basse tension en utilisant une interface technique tel que coupleur optique ou transformateur.

### 8.2.4 Exclusion of switching devices from the protective bonding circuit

The protective bonding circuit shall not incorporate a switching device, an overcurrent protective device (e.g. switch, fuse) or a means for current detection for such devices.

NOTE It is permissible to include devices that do not interrupt the protective bonding circuit, that have electrical characteristics that under all circumstances ensure prevention of a hazardous voltage rise in any part of the circuit, and that do not impair the performance of the circuit.

### 8.2.5 Interruption of the protective bonding circuit

Where the continuity of the protective bonding circuit can be interrupted by means of removable current collectors or plug/socket combinations, the protective bonding circuit shall not be interrupted before the live conductors have been disconnected, and shall be re-established before any live conductor is reconnected. This also applies to removable or withdrawable plug-in units (see also 14.4).

Metallic housings of plug/socket combinations shall be connected to the protective bonding circuit.

### 8.2.6 Protective bonding circuit connecting points

All protective conductors shall be terminated in accordance with 14.1.1. The protective conductor connecting points shall have no other function and shall not be used, for example, to mechanically attach or connect appliances or parts.

Each connecting point for

- protective conductors inside the electrical equipment of the machine,
- the equipotential bonding conductors on the machine (see figure 2),
- the machine bonding conductor(s) (see figure 2),

shall be identified as such using the symbol IEC-60417-5019:



### 8.2.7 Supplementary equipotential bonding conductors

Supplementary equipotential bonding conductors shall be used to connect the protective bonding circuit of the machine to the structural metalwork of the building when such metalwork is in close proximity (e.g. less than 2,5 m) to the machine. These conductors shall conform to 547.1.2 of IEC 60364-5-54 as appropriate. The cross-sectional area of a supplementary equipotential bonding conductor shall be not less than half the cross-sectional area of the associated machine bonding conductor and shall be not less than that specified in 8.2.2.

## 9 Control circuits and control functions

The requirements of clause 9 of IEC 60204-1 apply except where the LV control circuits are covered by other standards. Control circuits directly connected to high-voltage circuits (e.g. thyristor gate circuits) shall be electrically separated from low voltage circuits by the use of an interface technique such as optical coupling or transformer coupling.

## 10 Interface opérateur et appareils de commande montés sur la machine

Les prescriptions de l'article 10 de la CEI 60204-1 sont applicables, mais le degré minimal de protection contre les contacts directs doit être IPXXDH pour l'interface opérateur et pour les appareils de commande situés sur la machine (voir aussi 6.2 pour la protection contre les contacts directs).

## 11 Equipement électronique

Les prescriptions de l'article 11 de la CEI 60204-1 sont applicables.

NOTE Les prescriptions essentielles pour les équipements électroniques sont traitées dans l'EN 50178 et celles relatives aux convertisseurs statiques en 5.2.12 du HD 637.

## 12 Appareillage de commande: emplacement, montage et enveloppes

### 12.1 Généralités

Tout appareillage de commande doit être situé et monté de façon à faciliter

- son accessibilité et sa maintenance;
- sa protection contre les influences externes ou conditions dans lesquelles il est destiné à fonctionner;
- le fonctionnement et la maintenance de la machine et de son équipement électrique associé.

### 12.2 Emplacement et montage

#### 12.2.1 Accessibilité et maintenance

Tous les éléments de l'appareillage de commande doivent être placés et orientés de telle sorte qu'ils puissent être identifiés sans qu'il faille les déplacer ou déplacer le câblage. Il convient que la disposition des éléments nécessitant un contrôle pour un bon fonctionnement ou susceptibles d'être remplacés permette ces opérations sans démontage d'autres équipements électriques ou parties de la machine (à l'exception de l'ouverture des portes ou de l'enlèvement de couvercles). Les bornes non associées à l'appareillage de commande doivent aussi respecter ces exigences.

Tout appareillage de commande doit être monté de façon à faciliter le fonctionnement et l'entretien depuis la face avant. Si un outil spécial est nécessaire pour démonter un appareil, un tel outil doit être fourni. Quand un accès est nécessaire pour l'entretien ou le réglage habituel, il convient que les appareils appropriés soient situés entre 0,4 m et 2 m au-dessus du plancher de service. Il est recommandé que les bornes soient situées au moins à 0,2 m au-dessus du plancher de service et placées de manière à ce que les câbles et les conducteurs puissent leur être raccordés facilement.

Seuls les équipements nécessaires pour les besoins de l'interface opérateur (par exemple commande, indication, mesure) et pour le refroidissement peuvent être montés sur des portes et des couvercles d'accès normalement démontables d'enveloppes.

Quand des appareils de commande sont connectés par des systèmes embrochables, on doit rendre leur association évidente par le type (forme), par le marquage ou les désignations de référence (par un de ces moyens ou une combinaison de ces moyens) (voir 14.4.5 de la CEI 60204-1).

## 10 Operator interface and machine-mounted control devices

The requirements of clause 10 of IEC 60204-1 apply, but the minimum degree of protection against direct contact shall be IPXXDH for operator interface and machine-mounted control devices (see also 6.2, protection against direct contact).

## 11 Electronic equipment

The requirements of clause 11 of IEC 60204-1 apply.

NOTE Basic requirements for power electronic equipment are covered by EN 50178 and requirements for static converters are covered by 5.2.12 of HD 637.

## 12 Controlgear: location, mounting, and enclosures

### 12.1 General requirements

All controlgear shall be located and mounted so as to facilitate

- its accessibility and maintenance;
- its protection against the external influences or conditions under which it is intended to operate;
- operation and maintenance of the machine and its associated electrical equipment.

### 12.2 Location and mounting

#### 12.2.1 Accessibility and maintenance

All items of controlgear shall be so placed and oriented that they can be identified without moving them or the wiring. For items that require checking for correct operation or that are liable to need replacement, these actions should be possible without dismantling other electrical equipment or parts of the machine (except opening doors or removing covers). Terminals not associated with controlgear shall also conform to these requirements.

All controlgear shall be mounted so as to facilitate its operation and maintenance from the front. Where a special tool is necessary to remove a device, such a tool shall be supplied. Where access is required for regular maintenance or adjustment, the relevant devices should be located between 0,4 m and 2 m above the servicing level. It is recommended that terminals be at least 0,2 m above the servicing level and be so placed that conductors and cables can be easily connected to them.

Only those devices necessary for operator interface purposes (for example operation, indication, measurement) and for cooling may be mounted on doors and on normally removable access covers of enclosures.

Where control devices are connected through plug-in arrangements, their association shall be made clear by type (shape), marking or reference designation, singly or in combination (see 14.4.5 of IEC 60204-1).

Les points d'essai, s'ils existent, doivent être

- facilement accessibles de telle sorte que leur accès soit dégagé;
- clairement identifiés de façon à correspondre avec la documentation (voir 18.3 de la CEI 60204-1);
- convenablement isolés;
- suffisamment espacés pour permettre le branchement du matériel à l'essai ou du dispositif.

### 12.2.2 Séparation

Les enveloppes contenant des équipements HT ne doivent pas contenir de matériels basse tension, sauf s'ils constituent une partie intégrée de l'équipement HT et sont essentiels au fonctionnement.

L'appareillage de connexion HT installé à côté des matériels basse tension doit être sous enveloppe métallique et capable de résister à un défaut d'arc interne, et être facile à distinguer des matériels BT par un marquage clair.

Lors de la mise en œuvre des dispositifs (y compris les connexions), les lignes de fuite et distances dans l'air doivent être maintenues, en tenant compte des influences externes ou de l'environnement physique (voir la CEI 60071-1 et la CEI 60071-2).

### 12.3 Degrés de protection

La protection de l'appareillage de commande contre la pénétration des corps solides et des liquides doit être compatible avec les influences externes dans lesquelles la machine est destinée à fonctionner (par exemple l'emplacement et les conditions d'environnement), et doit être suffisante contre la poussière, les liquides de refroidissement ou les copeaux.

NOTE 1 Le degré de protection contre la pénétration d'eau est traité dans la CEI 60529. Des dispositions complémentaires peuvent être nécessaires pour la pénétration d'autres liquides.

Les enveloppes de l'appareillage de commande doivent offrir un degré de protection minimal de IP22 (voir la CEI 60529).

**Exception:** Cas d'une zone de service électrique utilisée comme enveloppe de protection pour un degré approprié de protection contre la pénétration de corps solides et de liquides.

NOTE 2 D'autres degrés de protection peuvent être nécessaires pour la protection contre les chocs électriques; voir l'article 6.

NOTE 3 Quelques exemples d'application, avec le degré de protection typique fourni par leurs enveloppes, sont énumérés ci-après:

- enveloppes d'équipements électriques de grandes dimensions ventilés, ne contenant que la résistance de démarrage du moteur et équipement analogue: IP10;
- enveloppes ventilées contenant d'autres équipements électriques: IP32;
- enveloppes d'usage industriel général: IP32, IP43 et IP54;
- enveloppes dans des locaux nettoyés aux jets d'eau de basse pression: IP55;
- enveloppes procurant une protection contre les poussières fines: IP65;
- enveloppes contenant des assemblages glissants: IP2X.

Selon les conditions de mise en œuvre, un autre degré de protection peut être approprié.

Test points, where provided, shall be

- mounted so as to provide unobstructed access;
- clearly marked to correspond with the documentation (see 18.3 of IEC 60204-1);
- adequately insulated;
- sufficiently spaced for connection of the test equipment or means.

### 12.2.2 Physical separation

Enclosures containing HV equipment shall not contain LV equipment and non-electrical parts except where they form an integral part of the HV equipment and are essential for its correct operation.

HV switchgear adjacent to LV equipment shall be metal-enclosed and capable of withstanding an internal arc-fault, and distinguishable from LV equipment by clear marking.

When arranging the location of devices (including interconnections), the clearances and creepage distances specified for them shall be maintained, taking into account the external influences or conditions of the physical environment (see IEC 60071-1 and IEC 60071-2).

### 12.3 Degrees of protection

The protection of controlgear against ingress of solid foreign objects and of liquids shall be adequate taking into account the external influences under which the machine is intended to operate (i.e. the location and the physical environmental conditions) and shall be sufficient against dust, coolants, and swarf.

NOTE 1 The degrees of protection against ingress of water are covered by IEC 60529. Additional protective measures may be necessary against other liquids.

Enclosures of controlgear shall provide a degree of protection of at least IP22 (see IEC 60529).

**Exception:** Where an electrical operating area is used as a protective enclosure for an appropriate degree of protection against the ingress of solid bodies and liquids.

NOTE 2 Other degrees of protection may be needed for protection against electric shock, see clause 6.

NOTE 3 Some examples of applications, along with the degree of protection typically provided by their enclosures, are listed below:

- ventilated enclosure, containing only motor starter resistor and other large size electrical equipment: IP10;
- ventilated enclosure, containing other electrical equipment: IP32;
- enclosure used in general industry: IP32, IP43 and IP54;
- enclosure used in locations that are cleaned with low pressure water jets (hosing): IP55;
- enclosure providing protection against fine dust: IP65;
- enclosure containing slip ring assemblies: IP2X.

Depending upon the installation conditions, another degree of protection may be appropriate.

## 12.4 Enveloppes, portes et ouvertures

Les enveloppes doivent être réalisées en matériau apte à résister aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques ainsi qu'à l'humidité susceptibles d'être rencontrées en service normal.

Il convient que les fermetures utilisées pour les portes et couvercles soient du type captif. Les fenêtres prévues pour les inspections doivent être réalisées en matériau capable de résister aux contraintes mécaniques et aux produits chimiques comparable à celui de l'enveloppe. Des précautions doivent être prises pour empêcher la formation de charge statique sur les fenêtres, ce qui peut conduire à une situation dangereuse, soit en utilisant des distances appropriées, soit par écran électrostatique, par exemple un grillage placé à l'intérieur de la fenêtre et connecté à l'enveloppe.

Il est recommandé que les portes soient à charnières verticales, de préférence de type dégondable, avec un angle d'ouverture d'au moins 95°.

Les joints des portes, couvercles, enveloppes, etc. doivent résister aux effets chimiques des liquides, vapeurs ou gaz agressifs, utilisés sur la machine. Les moyens utilisés pour maintenir le degré de protection d'une enveloppe au niveau des portes, couvercles qui nécessitent leur ouverture ou leur enlèvement en fonctionnement normal ou lors de la maintenance doivent

- être maintenus de façon sûre soit aux portes/couvercle, soit à l'enveloppe;
- ne pas être détériorés par enlèvement ou remplacement de la porte ou du couvercle, et ainsi altérer le degré de protection.

Toutes les ouvertures ménagées dans les enveloppes, y compris celles vers le sol ou l'assise, ou vers d'autres parties de la machine, doivent être fermées par le ou les fournisseurs de façon à assurer le degré de protection spécifié pour l'équipement électrique. Les ouvertures destinées aux passages des câbles doivent être facilement réouvertes sur le site. Une ouverture convenable peut être ménagée à la base des enveloppes situées dans la machine, pour permettre à l'humidité due à la condensation d'être évacuée.

Il ne doit pas exister d'ouverture entre les enveloppes renfermant du matériel électrique et les boîtiers renfermant des liquides de refroidissement, des huiles de graissage ou des fluides hydrauliques, ou bien ceux à l'intérieur desquels de l'huile, d'autres liquides ou des poussières pourraient pénétrer. Cette prescription ne s'applique pas aux appareils électriques conçus spécialement pour fonctionner dans l'huile (tels que les embrayages électromagnétiques), ni à l'équipement électrique dans lesquels des liquides de refroidissement sont utilisés.

Si des trous sont prévus dans une enveloppe en vue de sa fixation, des précautions particulières doivent être prises pour qu'après montage les trous ne réduisent pas le degré de protection exigé.

Un matériel électrique pouvant atteindre, en service normal ou non, une température de surface élevée doit

- être placé dans une enveloppe qui résistera aux températures qui peuvent être atteintes;
- être installé et placé à une distance suffisante des matériels adjacents de façon à permettre une dissipation sûre de la chaleur (voir aussi 12.2.3 de la CEI 60204-1); ou sinon être protégé par un écran en matériau apte à résister à la chaleur émise par le matériel.

## 12.5 Accès aux équipements HT

L'accès aux équipements HT doit être conforme à 6.5 du HD 637.

## 12.4 Enclosures, doors and openings

Enclosures shall be constructed using materials capable of withstanding the mechanical, electrical and thermal stresses as well as the effects of humidity that are likely to be encountered in normal service.

Fasteners used to secure doors and covers should be of the captive type. Inspection windows shall be of a material suitable to withstand chemical attack and mechanical stress comparable to that of the enclosure. Precautions shall be taken to prevent the formation of a static charge on the windows, which may lead to a hazardous situation, either by adequate clearances or electrostatic shielding, e.g. wire mesh placed on the inside of the window and bonded to the enclosure.

It is recommended that enclosure doors should have vertical hinges, preferably of the lift-off type, with an angle of opening of at least 95°.

The joints or gaskets of doors, lids, covers and enclosures shall withstand the chemical effects of the aggressive liquids, vapours, or gases used on the machine. The means used to maintain the degree of protection of an enclosure on doors, lids, and covers that require opening or removal for operation or maintenance shall

- be securely attached to either the door/cover or the enclosure,
- not deteriorate due to removal or replacement of the door or the cover, and so impair the degree of protection.

All openings in the enclosure, including those towards the floor or foundation or to other parts of the machine, shall be closed by the supplier(s) in a manner ensuring the degree of protection specified for the electrical equipment. Openings for cable entries shall be easily re-opened on site. A suitable opening may be provided in the base of enclosures within the machine so that moisture due to condensation may drain away.

There shall be no opening between enclosures containing electrical equipment and compartments containing coolant, lubricating or hydraulic fluids, or those into which oil, other liquids, or dust can penetrate. This requirement does not apply to electrical devices specifically designed to operate in oil (e.g. electromagnetic clutches) nor to electrical equipment in which coolants are used.

Where there are holes in an enclosure for mounting purposes, care shall be taken so that after mounting, the holes do not impair the required protection.

Electrical equipment that, in normal or abnormal operation, can attain a high surface temperature

- shall be located within an enclosure that will withstand such temperatures as may be generated, and
- shall be mounted and located at a sufficient distance from adjacent equipment so as to allow safe dissipation of heat (see 12.2.3 of IEC 60204-1), or shall be otherwise screened by material that can withstand the heat emitted by the electrical equipment.

## 12.5 Access to HV equipment

Access to HV equipment shall be in accordance with 6.5 of HD 637.

## 13 Câbles et conducteurs

### 13.1 Prescriptions générales

Les câbles et conducteurs doivent être choisis de telle sorte qu'ils conviennent aux conditions d'utilisation (par exemple tension, courant, présence d'harmoniques, protection contre les chocs électriques, groupement de câbles et méthodes de pose), aux conditions d'influences externes (par exemple température ambiante, présence d'eau ou de substances corrosives, contraintes mécaniques (y compris les contraintes lors de l'installation), dangers d'incendie) qui peuvent exister.

Pour les schémas avec neutre directement mis à la terre ou faiblement impédant, tout type de câble peut être utilisé si un défaut est éliminé en moins de 1 s.

Pour les schémas à neutre isolé ou résonant, tout type de câble à champ radial peut être utilisé si la durée de défaut estimée ne dépasse pas 8 h. Si cette durée dépasse 8 h, un câble à champ radial de tension assignée immédiatement supérieure doit être utilisé (voir annexe D). Il est recommandé de suivre les instructions du fournisseur du câble.

Ces prescriptions ne s'appliquent pas au câblage intégré des ensembles et appareils fabriqués et essayés conformément aux normes qui les concernent.

### 13.2 Conducteurs

En général, il est recommandé que les conducteurs soient en cuivre. Les conducteurs constitués d'un autre matériau doivent avoir une section nominale telle que lorsqu'ils transportent le même courant la température maximale n'excède pas les valeurs données au tableau 2.

**Tableau 2 – Températures maximales admissibles des conducteurs dans les conditions normales et de court-circuit**

| Type d'isolation                                                                                                                                                                                                                             | Température maximale dans des conditions normales<br>°C | Température à ne pas dépasser dans des conditions de court-circuit <sup>a</sup><br>°C |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Polychlorure de vinyle (PVC)                                                                                                                                                                                                                 | 70                                                      | 160<br>(<300 mm <sup>2</sup> )                                                        |
| Polyéthylène réticulé (XLPE)                                                                                                                                                                                                                 | 90                                                      | 250                                                                                   |
| Compound éthylène-propylène (EPR/HEPR)                                                                                                                                                                                                       | 80 à 90 <sup>b</sup>                                    | 250 <sup>b</sup>                                                                      |
| NOTE Pour des températures limites du conducteur supérieures à 200 °C, les conducteurs en cuivre doivent être recouverts d'argent ou de nickel car des conducteurs étamés ou nus ne conviennent pas à des températures supérieures à 200 °C. |                                                         |                                                                                       |
| <sup>a</sup> Ces valeurs sont basées sur l'hypothèse d'un comportement adiabatique pendant un temps inférieur ou égal à 5 s.                                                                                                                 |                                                         |                                                                                       |
| <sup>b</sup> Une consultation avec le constructeur est prescrite.                                                                                                                                                                            |                                                         |                                                                                       |

Afin de résister aux effets électrodynamiques et thermiques dus aux courants de court-circuit, les sections des conducteurs doivent être calculées conformément à la CEI 60865-1.

### 13.3 Matériaux d'isolation et de gainage

Les types de matériaux d'isolation et de gainage disponibles comprennent (de façon non limitative) ce qui suit:

- polychlorure de vinyle (PVC);
- polyéthylène réticulé (XLPE);
- compound éthylène-propylène (EPR/HEPR).

## 13 Conductors and cables

### 13.1 General requirements

Conductors and cables shall be so selected as to be suitable for the operating conditions (e.g. voltage, current, presence of harmonics, protection against electric shock, grouping of cables and method of laying) and the external influences (e.g. ambient temperature, presence of water or corrosive substances, mechanical stresses (including stresses during installation), fire hazards that can exist.

In supply systems with direct or low impedance earthing of the neutral, all types of cable may be used if an earth fault is interrupted within 1 s.

In supply systems with the neutral isolated or resonantly earthed, all types of radial field cable may be used when the estimated duration of any earth fault does not exceed 8 h. Where the estimated duration of any earth fault exceeds 8 h a radial field cable of the next higher voltage rating shall be used (see annex D). The recommendations of the cable supplier should be followed.

These requirements do not apply to the integral wiring of assemblies, which are manufactured and tested in accordance with relevant standards.

### 13.2 Conductors

In general, conductors should be of copper. Conductors of another material shall have a nominal cross-sectional area such that, carrying the same current, the maximum conductor temperature shall not exceed the value given in table 2.

**Table 2 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions**

| Types of insulation                                                                                                                                                                                             | Maximum temperature under normal conditions<br>°C | Ultimate short-time temperature under short-circuit conditions <sup>a</sup><br>°C |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Polyvinyl chloride (PVC)                                                                                                                                                                                        | 70                                                | 160<br>(<300 mm <sup>2</sup> )                                                    |
| Cross-linked polyethylene (XLPE)                                                                                                                                                                                | 90                                                | 250                                                                               |
| Ethylene-propylene compound (EPR/HEPR)                                                                                                                                                                          | 80 to 90 <sup>b</sup>                             | 250 <sup>b</sup>                                                                  |
| NOTE For ultimate short-time conductor temperatures greater than 200 °C, copper conductors shall be either silver-plated or nickel-plated because neither tinned nor bare conductors are suitable above 200 °C. |                                                   |                                                                                   |
| <sup>a</sup> These values are based on the assumption of adiabatic behaviour for a period of not more than 5 s.                                                                                                 |                                                   |                                                                                   |
| <sup>b</sup> Consultation with the cable manufacturer is required.                                                                                                                                              |                                                   |                                                                                   |

To withstand the electrodynamic and thermal effects of short-circuit currents, the dimensions of conductors shall be calculated according to IEC 60865-1.

### 13.3 Insulation and sheath materials

The types of insulation and sheath materials include (but are not limited to)

- polyvinyl chloride (PVC);
- cross-linked polyethylene (XLPE);
- ethylene propylene compound (EPR/HEPR).

Si le matériau d'isolation ou de gainage d'un câble (par exemple PVC) peut induire des dangers dus à la propagation d'incendie ou à l'émission de fumées toxiques ou corrosives, il est recommandé de rechercher les conseils du fournisseur de câble.

La contrainte mécanique et l'épaisseur du matériau doivent être choisies de façon telle que l'isolation et la gaine ne puissent pas être endommagées en fonctionnement ou lors de l'installation, particulièrement pour les câbles tirés dans des canalisations.

Si nécessaire, les prescriptions de 5.2.9 du HD 637 sont applicables.

### 13.4 Courant admissible en fonctionnement normal

Le courant admissible des câbles et conducteurs est déterminé à la fois par

- la température maximale admissible du conducteur correspondant au courant permanent le plus élevé, dans des conditions normales; ou le courant efficace équivalent pour les applications à charge intermittente, et
- la température maximale admissible à ne jamais dépasser pendant un temps très court dans des conditions de court-circuit.

La section d'un conducteur, dans ces conditions, doit être telle que les températures maximales données au tableau 2 ne soient pas dépassées, sauf spécifications contraires du fournisseur.

Le fournisseur du câble doit être consulté pour obtenir des détails sur les courants admissibles de câbles pour toute application en fonctionnement permanent et intermittent.

### 13.5 Chute de tension dans les câbles et conducteurs

La chute de tension entre l'origine de l'alimentation et la charge doit être telle que le fonctionnement correct de l'équipement électrique n'est pas affecté par la sous-tension. Cependant la surtension pendant le fonctionnement sans charge ne doit pas endommager l'équipement électrique.

### 13.6 Section minimale

La section des conducteurs doit être choisie conformément à 13.1 et à 8.2.2.

### 13.7 Câbles souples

#### 13.7.1 Généralités

Les câbles soumis à des conditions de service sévères doivent être appropriés pour protéger contre

- l'abrasion due à des manœuvres mécaniques et à des passages sur des surfaces rugueuses;
- le vrillage dû à un fonctionnement sans guides;
- les contraintes dues aux rouleaux de guidage et à un guidage forcé, aux enroulements et déroulements sur des tambours de câbles.

NOTE 1 Des câbles utilisés dans ces conditions sont spécifiés dans des normes nationales correspondantes.

NOTE 2 La durée de vie du câble sera réduite si des conditions de fonctionnement défavorables telles que de fortes contraintes en traction, petits rayons, pliures dans des plans différents et/ou cycles fréquents coïncident.

Where the material of the insulation or the sheath of a cable (e.g. PVC) can constitute hazards due to the propagation of a fire or the emission of toxic or corrosive fumes, guidance should be sought from the cable supplier.

The mechanical strength and thickness of the materials shall be so selected that the insulation and the sheath cannot be damaged in operation or during laying, especially for cables pulled into ducts.

Where applicable, the requirements of 5.2.9 of HD 637 apply.

### 13.4 Current-carrying capacity in normal service

The current-carrying capacity of conductors and cables is determined by both

- the maximum allowable conductor temperature under the highest possible steady-state current or the thermal equivalent r.m.s. current for intermittent duty applications, and
- the ultimate allowable short-time conductor temperature under short-circuit conditions.

The cross-sectional area of a conductor shall be such that, under these conditions, the conductor temperature does not exceed the value given in table 2, unless otherwise specified by the cable supplier.

The cable supplier shall be consulted for details of the current carrying capacities of cables for all continuous duty and intermittent duty applications.

### 13.5 Conductor and cable voltage drop

The voltage drop from the point of supply to the load shall be such that the correct operation of the electrical equipment is not affected by undervoltage. However, the overvoltage during no-load operation shall not damage the electrical equipment.

### 13.6 Minimum cross-sectional area

The cross-sectional areas of the conductors shall be selected according to 13.1 and 8.2.2.

### 13.7 Flexible cables

#### 13.7.1 General

Cables that are subjected to severe duties shall be of adequate construction to protect against

- abrasion due to mechanical handling and dragging across rough surfaces;
- kinking due to operation without guides;
- stress resulting from guide rollers and forced guiding, being wound and re-wound on cable drums.

NOTE 1 Cables for such conditions are specified in relevant national standards.

NOTE 2 The operational life of the cable will be reduced where unfavourable operating conditions such as high tensile stress, small radii, bending into another plane and/or frequent duty cycles coincide.

Chaque câble souple d'alimentation HT pour un équipement électrique de machine mobile doit contenir un conducteur de protection; voir aussi 8.2.3. La section du conducteur de protection doit être déterminée conformément à l'article 8. Si la section est au moins de  $25 \text{ mm}^2$ , le conducteur de protection peut être divisé en plusieurs conducteurs de sections égales à l'intérieur du câble souple.

### 13.7.2 Dimensionnement mécanique

Le système de manœuvre du câble de la machine doit être conçu pour maintenir les contraintes de traction des conducteurs aussi faibles que possible durant le fonctionnement de la machine. Si des conducteurs en cuivre sont utilisés, la contrainte de traction ne doit pas dépasser  $15 \text{ N/mm}^2$  par rapport à la section droite du cuivre. Si l'application exige plus de  $15 \text{ N/mm}^2$ , il convient d'utiliser des câbles spéciaux. Il est recommandé que la contrainte maximale admissible soit approuvée par le constructeur du câble.

Il convient que la contrainte maximale admissible pour les conducteurs des câbles souples en matériau autre que le cuivre soit approuvée par le constructeur du câble.

NOTE Les conditions suivantes influent sur la contrainte de traction des conducteurs:

- forces d'accélération;
- vitesse du mouvement;
- poids mort des câbles;
- méthode de guidage;
- conception du tambour de câbles.

### 13.7.3 Courant admissible des câbles enroulés sur des tambours

Les câbles à enrouler sur des tambours doivent être choisis avec des conducteurs de section telle que, lorsqu'ils sont complètement enroulés et alimentés sous la charge normale, la température maximale autorisée ne soit pas dépassée.

Lorsque des câbles de section circulaire sont disposés sur des tambours, il convient que le courant maximal admissible à l'air libre soit corrigé conformément au tableau 3 (voir aussi l'article 44 de la CEI 60621-3).

NOTE Le courant admissible de câbles à l'air libre peut être trouvé dans les spécifications des constructeurs et dans les normes nationales correspondantes.

**Tableau 3 – Facteurs de correction pour des câbles enroulés sur tambours**

| Type de tambour     | Nombre de couches de câbles |      |      |      |      |
|---------------------|-----------------------------|------|------|------|------|
|                     | Nombre quelconque           | 1    | 2    | 3    | 4    |
| Cylindrique ventilé | –                           | 0,85 | 0,65 | 0,45 | 0,35 |
| Radial ventilé      | 0,85                        | –    | –    | –    | –    |
| Radial non ventilé  | 0,75                        | –    | –    | –    | –    |

NOTE 1 Dans un tambour cylindrique radial, des couches de câbles en spirale sont disposées entre des flancs très rapprochés; dans le cas de flancs pleins, le tambour est considéré comme non ventilé et, si les flancs ont des ouïes suffisantes, il est considéré comme ventilé.

NOTE 2 Dans un tambour cylindrique vertical ventilé, les couches sont disposées entre des flancs très espacés, et le tambour et ses flancs disposent d'ouïes de ventilation.

NOTE 3 Il est recommandé d'examiner avec les constructeurs du câble et du tambour la valeur du facteur de correction. Cela peut conduire à choisir un autre facteur.

Each flexible cable for the HV power supply for the electrical equipment of a mobile machine shall contain a protective conductor; see also 8.2.3. The cross-sectional area of the protective conductor shall be determined in accordance with clause 8. If the cross-sectional area is at least 25 mm<sup>2</sup>, the protective conductor may be divided into several conductors of equal cross-sectional areas within the flexible cable.

### 13.7.2 Mechanical rating

The cable handling system of the machine shall be designed to keep the tensile stress of the conductors as low as is practicable during machine operations. Where copper conductors are used, the tensile stress shall not exceed 15 N/mm<sup>2</sup> of the copper cross-sectional area. Where the demands of the application exceed the tensile stress limit of 15 N/mm<sup>2</sup>, cables with special construction features should be used and the allowed maximal tensile strength should be agreed with the cable manufacturer.

The allowed maximum stress of conductors of flexible cables with material other than copper should be agreed with the cable manufacturer.

NOTE The following conditions affect the tensile stress of the conductors:

- acceleration forces;
- speed of motion;
- dead (hanging) weight of the cables;
- method of guiding;
- design of cable drum system.

### 13.7.3 Current-carrying capacity of cables wound on drums

Cables to be wound on drums shall be selected with conductors of such cross-sectional area that, when fully wound on the drum and carrying the normal service load, the maximum allowable conductor temperature is not exceeded.

For cables of circular cross-sectional area installed on drums, the maximum current-carrying capacity in free air should be derated in accordance with table 3 (see also clause 44 of IEC 60621-3).

NOTE The current-carrying capacity of cables in free air can be found in manufacturers' specifications or in relevant national standards.

**Table 3 – Derating factors for cables wound on drums**

| Drum type              | Number of layers of cable |      |      |      |      |
|------------------------|---------------------------|------|------|------|------|
|                        | Any number                | 1    | 2    | 3    | 4    |
| Cylindrical ventilated | –                         | 0,85 | 0,65 | 0,45 | 0,35 |
| Radial ventilated      | 0,85                      | –    | –    | –    | –    |
| Radial non-ventilated  | 0,75                      | –    | –    | –    | –    |

NOTE 1 A radial type drum is one where spiral layers of cable are accommodated between closely spaced flanges; if fitted with solid flanges, the drum is described as non-ventilated and if the flanges have suitable apertures, as ventilated.

NOTE 2 A ventilated cylinder drum is one where the layers of cable are accommodated between widely spaced flanges and the drum and end flanges have ventilating apertures.

NOTE 3 It is recommended that the use of derating factors be discussed with the cable and the cable drum manufacturers. This may result in other factors being used.

### **13.8 Ensembles de fils conducteurs, barres conductrices et bagues glissantes**

#### **13.8.1 Protection contre les contacts directs**

Les ensembles de fils conducteurs, barres conductrices et bagues glissantes doivent être mis en œuvre ou mis sous enveloppe de manière que lors d'un accès normal à la machine la protection contre les contacts directs soit réalisée par l'application d'une des mesures de protection suivantes:

- protection à l'aide d'enveloppes ou de barrières avec un degré de protection minimal de IPXXDH conformément à la CEI 60529 (voir aussi 412.2 de la CEI 60364-4-41);
- mise hors de portée (voir 7.1.2 of HD 637, 412.4 de la CEI 60364-4-41).

Si la protection est assurée par la mise hors de portée des parties actives, la coupure d'urgence doit être réalisée conformément à 9.2.5.4.3 de la CEI 60204-1.

Les fils conducteurs et barres conductrices doivent être mis en œuvre ou protégés de manière à

- empêcher tout contact, particulièrement pour les fils conducteurs et les barres conductrices non protégés, avec des parties conductrices telles que des tirettes d'interrupteur à câble, des dispositifs de relaxation de contrainte et des chaînes d'entraînement;
- empêcher tout dommage dû à des charges suspendues.

#### **13.8.2 Circuit de protection**

Si des ensembles de fils conducteurs, barres conductrices et bagues glissantes font partie du circuit de protection, ils ne doivent pas être parcourus par un courant en fonctionnement normal.

La continuité des parties du circuit de protection utilisant des contacts glissants doit être assurée par des mesures appropriées (par exemple duplication du collecteur, surveillance permanente).

#### **13.8.3 Collecteurs de courant du conducteur de protection**

Les collecteurs de courant du conducteur de protection doivent présenter une forme ou structure telle qu'ils ne soient pas interchangeables avec les autres collecteurs. Ces collecteurs doivent être du type à contact glissant.

#### **13.8.4 Distances d'isolement dans l'air**

Les distances d'isolement dans l'air entre conducteurs d'un système ou de systèmes adjacents, d'ensembles de fils conducteurs, barres conductrices, bagues glissantes et leurs collecteurs de courant, doivent être appropriées à la tension assignée pour la tenue aux fréquences industrielles de courte durée et au niveau le plus bas de tension assignée de tenue aux chocs de foudre défini dans le tableau 2 de la CEI 60071-1 (identique au tableau 1 du HD 637).

#### **13.8.5 Lignes de fuite**

Les lignes de fuite entre conducteurs d'un système ou de systèmes adjacents, d'ensembles de fils conducteurs, barres conductrices, bagues glissantes et leurs collecteurs de courant, doivent être appropriées à un fonctionnement correct pour un degré de pollution II, III ou IV du tableau 2 de la CEI 60071-2 (voir aussi 3.3.5.2, note 2 du HD 637).

Les recommandations du constructeur doivent être suivies en ce qui concerne les mesures particulières pour empêcher une diminution graduelle des valeurs d'isolement due à des conditions d'ambiance défavorables (par exemple de dépôts de poussière conductrice, d'attaque chimique).

### **13.8 Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies**

#### **13.8.1 Protection against direct contact**

Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies shall be so installed or enclosed that, during normal access to the machine, protection against direct contact shall be achieved by the application of one of the following protective measures:

- protection by enclosures or barriers of at least IPXXDH according to IEC 60529 (see also 412.2 of IEC 60364-4-41);
- protection by placing out of reach (see 7.1.2 of HD 637, 412.4 of IEC 60364-4-41).

Where protection is achieved by placing live parts out of reach, emergency switching off in accordance with 9.2.5.4.3 of IEC 60204-1 shall be applied.

Conductor wires and conductor bars shall be so placed and/or protected as to

- prevent contact, especially for unprotected conductor wires and conductor bars, with conductive items such as the cords of pull-cord switches, strain-relief devices and drive chains;
- prevent damage from a swinging load.

#### **13.8.2 Protective bonding circuit**

Where conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies are installed as part of the protective bonding circuit, they shall not carry current in normal operation.

The continuity of the parts of the protective bonding circuit using sliding contacts shall be ensured by taking appropriate measures (e.g. by duplication of the current collector, continuity monitoring).

#### **13.8.3 Protective conductor current collectors**

Protective conductor current collectors shall have a shape or construction such that they are not interchangeable with the other current collectors. Such current collectors shall be of the sliding contact type.

#### **13.8.4 Clearances in air**

Clearances between the respective conductors, and between adjacent systems of conductor wires, conductor bars, slip-ring assemblies and their current collectors shall be suitable for the rated short-duration power frequency withstand voltage and for the lower level of the rated lightning impulse withstand voltage shown in table 2 of IEC 60071-1 (identical with table 1 of HD 637).

#### **13.8.5 Creepage distances**

Creepage distances between the respective conductors, and between adjacent systems of conductor wires, conductor bars, slip-ring assemblies and their current collectors shall be suitable for operation at pollution level II, III or IV of table 2 of IEC 60071-2, (see also 3.3.5.2, note 2 of HD 637).

The manufacturer's recommendations shall be followed regarding special measures to prevent a gradual reduction in the insulation values due to unfavourable ambient conditions (e.g. deposits of conductive dust, chemical attack).

### 13.8.6 Subdivision du système conducteur

Si des fils conducteurs ou des barres conductrices sont mis en œuvre de manière qu'ils puissent être subdivisés en sections isolées, toute influence entre collecteurs et conducteurs doit être empêchée par des mesures appropriées.

### 13.8.7 Construction et mise en œuvre d'ensembles de fils conducteurs, de barres conductrices et de bagues glissantes

Les ensembles de fils conducteurs, barres conductrices et bagues glissantes des circuits de puissance à haute tension doivent être groupés séparément de ceux utilisés pour les circuits à basse tension.

Les ensembles de fils conducteurs, barres conductrices et bagues glissantes doivent résister sans dommage aux contraintes mécaniques et thermiques des courants de court-circuit.

Les couvercles démontables des fils conducteurs et barres conductrices sous plancher doivent être conçus pour ne pas pouvoir être enlevés par une personne sans l'aide d'un outil.

Si des barres conductrices sont mises en œuvre dans une enveloppe métallique commune, les sections individuelles de l'enveloppe doivent être reliées entre elles et mises à la terre en plusieurs endroits en fonction de leur longueur. Les couvercles métalliques des barres conductrices situées sous le sol ou le plancher doivent être aussi reliés entre eux et mis à la terre.

NOTE Pour la liaison équipotentielle ou du conducteur de protection, la connexion aux couvercles métalliques, aux fourreaux conducteurs ou aux canalisations sous plancher est considérée comme suffisante pour assurer la continuité.

Les canalisations des barres conductrices enterrées ou sous plancher doivent être drainées.

## 14 Câblage

### 14.1 Raccordement et cheminement

#### 14.1.1 Prescriptions générales

Les dispositifs de pénétration d'un câble HT avec presse-étoupe, manchons, etc. dans une enveloppe doivent assurer le degré de protection de l'enveloppe, sans réduction (voir 12.3).

Toutes les connexions doivent résister à un desserrage accidentel. Les dispositifs de connexion doivent être adaptés à la section et à la nature des extrémités des conducteurs. Pour des conducteurs en aluminium ou en alliage d'aluminium, une attention particulière doit être apportée sur la plasticité intrinsèque (fluage) et sur la corrosion électrolytique. Les vis et liaisons à compression des conducteurs et les connexions aux équipements électriques (HT) doivent être conçus pour maintenir la pression de contact exigée dans les conditions de charge et de court-circuit. Les recommandations du fournisseur de câble doivent être suivies en fonction du type de presse-étoupe, de boîte et d'embout de câble.

Les repères d'identification doivent être fixés sur le câble, à ses extrémités, et doivent être lisibles, inamovibles, résistantes aux conditions d'environnement.

#### 14.1.2 Cheminement des câbles

Les câbles doivent être mis en œuvre ou protégés de manière à minimiser l'éventualité de dommages mécaniques dus à l'utilisation de la machine ou à une mauvaise utilisation non prévue.

Le rayon de courbure des câbles et les modes de pose doivent être conformes aux conseils fournis par le fournisseur de câble.

### 13.8.6 Conductor system sectioning

Where conductor wires or conductor bars are arranged so that they can be divided into isolated sections, suitable design measures shall be employed to prevent the energization of adjacent sections by the current collectors themselves.

### 13.8.7 Construction and installation of conductor wire, conductor bar systems and slip-ring assemblies

Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies used for HV power circuits shall be grouped separately from those used for LV circuits.

Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies shall be capable of withstanding, without damage, the mechanical forces and thermal effects of short-circuit currents.

Removable covers for conductor wire and conductor bar systems laid underground or underfloor shall be so designed that they cannot be opened without the aid of a tool.

Where conductor bars are installed in a common metal enclosure, the individual sections of the enclosure shall be bonded together and earthed at several points depending upon their length. Metal covers of conductor bars laid underground or underfloor shall also be bonded together and earthed.

NOTE For equipotential bonding or protective conductor connection to covers or cover plates of metal enclosures or underfloor ducts, the usual metal hinges are considered sufficient to ensure continuity.

Underground and underfloor conductor bar ducts shall have drainage facilities.

## 14 Wiring practices

### 14.1 Connections and routing

#### 14.1.1 General requirements

The means of introduction of a HV cable with its glands, bushings, etc., into an enclosure shall ensure that the degree of protection of the enclosure is not reduced (see 12.3).

All connections shall be secured against accidental loosening. The means of connection shall be suitable for the cross-sectional area and nature of the conductor being terminated. In the case of aluminium or aluminium alloy conductors, particular consideration shall be given to the problems of intrinsic plasticity (flowing) and electrolytic corrosion. Screw and compression joints of conductors and connections to electrical equipment shall be designed to maintain the required contact pressure under load and short-circuit conditions. The recommendations of the cable supplier shall be followed regarding types of gland, box and methods of termination.

Identification tags shall be fixed on the cable at the cable terminations, and shall be legible, permanent, and appropriate for the physical environment.

#### 14.1.2 Cable runs

Cables shall be so installed or protected as to minimize the possibility of mechanical damage that may arise due to the use of the machine or by foreseeable misuse.

The bending radius of the cables and the conditions of laying shall be in accordance with the advice of the cable supplier.

S'il est nécessaire de déconnecter et de reconnecter ces câbles (par exemple pour le remplacement d'un moteur), une longueur suffisante doit être prévue à cet effet.

Les conducteurs et les câbles doivent être fixés de manière appropriée. En particulier, les extrémités des câbles doivent être fixées de manière à supporter les contraintes mécaniques en extrémité de câbles.

Les câbles doivent cheminer sans épissures ni raccordements. Si cela n'est pas possible (par exemple machines mobiles ou machines présentant des câbles souples longs), des épissures et des raccordements peuvent être utilisés.

Il est recommandé de séparer physiquement les câbles haute et basse tension.

#### 14.2 Identification des conducteurs

Les conducteurs doivent être identifiables à chaque extrémité conformément à la documentation technique (voir article 18). L'annexe B, question 28, peut être utilisée pour un accord entre le fournisseur et l'utilisateur relatif à une méthode préférentielle d'identification.

Si le conducteur de protection ne peut être facilement identifié par sa forme, position ou construction, il doit être clairement identifié aux endroits accessibles par le symbole graphique IEC-60417-5019 ou par la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE.

#### 14.3 Câbles souples

Les câbles souples soumis au mouvement doivent être fixés de telle façon qu'il n'y ait pas de contraintes mécaniques ou de flexions importantes aux points de raccordement. Lorsque cela est réalisé par boucle, les câbles doivent avoir une longueur suffisante pour prévoir un rayon de courbure d'au moins dix fois le diamètre extérieur des câbles.

Les câbles doivent être maintenus de manière que leurs extrémités soient libres de tension, compression et torsion. Les gaines des câbles ne doivent pas pouvoir s'effiloquer et les extrémités doivent être protégées contre les torsions.

Les points de connexion doivent être disposés de manière que les câbles ne puissent se vriller.

Les câbles souples des machines doivent être installés et protégés de façon à réduire la possibilité de dommage externe dû aux facteurs comprenant les utilisations suivantes de câbles avec abus potentiels:

- passage de la machine sur ces câbles;
- passage de véhicules ou d'autres machines sur ces câbles;
- contacts avec la structure de la machine durant des mouvements;
- entrées et sorties des guides ou des tambours;
- forces d'accélération ou dues au vent, sur des systèmes en guirlande ou suspendus;
- frottement excessif sur collecteurs de câble;
- exposition à une chaleur rayonnée excessive.

La gaine du câble doit résister à

- l'usure normale qui peut résulter du déplacement,
- l'effet des agents polluants atmosphériques (par exemple huile, eau, liquides de refroidissement, poussière).

Where it is necessary to disconnect and reconnect cables (e.g. for replacement of a motor), sufficient extra length shall be provided for this purpose.

Conductors and cables shall be adequately supported. In particular the terminations of cables shall be adequately supported to prevent mechanical stresses at the terminations of the conductors.

Cables shall be run from termination to termination without splices or joints. Where this is impracticable (e.g. on mobile machines, on machines having long flexible cables), splices or joints may be used.

High-voltage cables should be physically separated from low-voltage cables.

#### **14.2 Identification of conductors**

Conductors shall be identifiable at each termination in accordance with the technical documentation (see clause 18). Annex B, question 28 may be used for agreement between supplier and user regarding a preferred method of identification.

Where the protective conductor cannot be easily identified by its shape, position, or construction, it shall be clearly identified at accessible positions by the graphical symbol IEC-60417-5019 or by the bicolour combination GREEN and YELLOW.

#### **14.3 Flexible cables**

Flexible cables subject to movement shall be supported in such a way that there is no mechanical strain on the anchorage points nor any sharp flexing. Where this is achieved by the use of a loop, it shall have sufficient length to provide for a bending radius of the cable of at least 10 times the diameter of the cable.

The connecting ends of the cables shall be relieved from stress and thrust. Cable sheaths shall be secured against stripping and the cable ends protected against torsion.

The points of connection shall be arranged in such a manner that the cables cannot be kinked.

Flexible cables of machines shall be installed or protected so as to minimize the possibility of external damage due to factors that include the following cable uses or foreseeable misuse:

- being run over by the machine itself;
- being run over by vehicles or other machines;
- coming into contact with the machine structure during movements;
- running in and out on cable baskets, or on or off cable drums;
- acceleration forces and wind forces on festoon systems or suspended cables;
- excessive rubbing by cable collectors;
- exposure to excessive radiated heat.

The cable sheath shall be resistant to

- the normal wear which can be expected from movement, and
- the effects of atmospheric contaminants (e.g. oil, water, coolants, dust).

Le système de mise en œuvre du câble doit être conçu pour que les angles latéraux des câbles ne dépassent pas 5° pour éviter une torsion dans le câble lors

- du déroulement et de l'enroulement des tambours de câble;
- de l'approche ou de l'éloignement des dispositifs de guidage de câble.

Des mesures doivent être prises pour qu'au minimum deux tours de câbles souples restent toujours sur le tambour.

Le rayon de courbure permis doit être respecté, sauf accord contraire avec le constructeur, comme cela est indiqué ci-après:

- les tambours et rouleaux doivent être utilisés en s'assurant d'un diamètre d'enroulement d'au moins 25 fois le diamètre du câble. Le rayon minimal au niveau des guides et poulies de déflecteur, ainsi qu'aux extrémités des câbles fixes, ne doit pas être inférieur, dans toutes les directions, à 15 fois le diamètre du câble. La partie droite entre deux courbures sur une longueur en forme de S, ou entre deux courbures dans des plans différents, doit être au minimum de 20 fois le diamètre du câble. Le rayon de courbure minimum aux points d'alimentation qui sont sur le parcours doit être d'au moins 15 fois le diamètre du câble;
- pour les convoyeurs à rouleaux, la distance entre les rouleaux doit être telle qu'une courbure excessive au niveau du rouleau soit évitée. Cela est particulièrement applicable pour des vitesses de transport élevées, pour des inversions fréquentes de courbure et pour la tension maximale permise des conducteurs.

Ces prescriptions sont aussi applicables à des dispositifs analogues, par exemple supports mobiles de câbles, transporteurs de câbles.

#### 14.4 Ensembles fiche-prise

Les ensembles fiche-prise restant connectés en service normal doivent être

- du type à retenue nécessitant l'usage d'une clé ou d'un outil afin d'éviter toute déconnexion involontaire, ou
- d'un type interverrouillé avec un interrupteur pour empêcher la déconnexion en charge.

Dans le cas où des ensembles fiche-prise sont nécessaires, par exemple pour la prolongation d'un câble d'alimentation souple, ils doivent être maintenus de manière qu'il soit nécessaire d'utiliser une clé ou un outil et, de plus, il est recommandé de les interverrouiller avec un interrupteur.

Les ensembles fiche-prise doivent satisfaire aux prescriptions de 5.2.2 c). Des signaux d'avertissement appropriés conformes à 17.2 doivent être fixés sur ces ensembles. Des instructions de sécurité doivent être fournies conformément à l'article 18.

#### 14.5 Démontage pour le transport

Lorsqu'il est nécessaire de déconnecter le câblage pour le transport, des extrémités des prises combinées doivent être prévues aux endroits de fractionnement. Ces extrémités doivent être suffisamment entourées et les prises combinées doivent être protégées de l'environnement lors du transport et du stockage.

#### 14.6 Chemins de câbles

Les chemins de câbles doivent être fixés de manière rigide et placés à une distance suffisante des parties mobiles de manière à minimiser la possibilité de dommages ou d'usure. Dans des zones où des déplacements humains sont nécessaires, les chemins de câbles doivent être fixés à au moins 2 m de la surface de travail.

The cable handling system shall be so designed that lateral cable angles do not exceed 5°, avoiding torsion in the cable when

- being wound on and off cable drums, and
- approaching and leaving cable guidance devices.

Measures shall be taken to ensure that at least two turns of flexible cable remain on a drum.

The allowable cable bending radius shall be ensured, unless otherwise agreed with the cable manufacturer, as follows:

- cable drums and rollers shall be used which ensure that the operative winding diameter is at least 25 times the cable diameter. The minimum radius at the guide and deflector pulleys as well as towards the stationary cable termination point shall not be, in any direction, less than 15 times the cable diameter. The straight distance between two bends of an S-shaped deflection or a deflection to another level shall be at least 20 times the cable diameter. The minimum bending radius at the feeding points which are within the travel way shall be at least 15 times the cable diameter;
- for roller conveyors, the distance between the individual rollers shall be so set as to avoid excessive bending at a roller. This applies especially under conditions of high travel speeds, frequent reversed bending and usage at the maximum permissible tensile stress of the conductors.

These requirements also apply to similar devices, for example mobile cable supports, cable carriages.

#### 14.4 Plug/socket combinations

Plug/socket combinations which remain connected during normal service shall be

- of the retaining type requiring the use of a key or tool to prevent unintended disconnection, or
- of a type interlocked with a switch to prevent disconnection under load.

In cases where plug/socket combinations are required, for example to extend a flexible power supply cable, they shall be retained in a way requiring the use of a key or tool and it is recommended that, in addition, they be interlocked with a switch.

The plug/socket combination shall meet the requirements of 5.2.2 c). Appropriate warning signs in accordance with 17.2 shall be affixed to the plug/socket combination. Appropriate instructions for safe use shall be provided in accordance with clause 18.

#### 14.5 Dismantling for shipment

Where it is necessary that wiring be disconnected for shipment, termination points or plug/socket combinations shall be provided at the sectional points. Such termination points shall be suitably enclosed and plug/socket combinations shall be protected from the physical environment during transportation and storage.

#### 14.6 Cable trays

Cable trays shall be rigidly supported and positioned at a sufficient distance from moving parts and in such a manner as to minimize the possibility of damage or wear. In areas where human passage is required, the cable trays shall be mounted at least 2 m above the working surface.

## **15 Moteurs électriques et équipements associés**

### **15.1 Prescriptions générales**

Les prescriptions de l'article 15 de la CEI 60204-1 sont applicables.

NOTE Les moteurs d'une alimentation avec neutre isolé ou résonant nécessitent des niveaux d'isolation plus élevés; voir 12.4 de la CEI 60034-1.

### **15.2 Boîtes de connexion des moteurs**

Les dispositifs mis en œuvre sur des moteurs, par exemple freins, détecteurs de température, interrupteurs, générateurs tachymétriques, doivent se terminer

- soit dans une boîte de connexion séparée de celle du moteur;
- soit dans un compartiment de la boîte de jonction du moteur séparé du compartiment haute tension.

## **16 Accessoires**

### **16.1 Accessoires pour la mise à la terre et en court-circuit des parties actives**

Des accessoires pour mettre à la terre et en court-circuit toutes les parties actives avec l'installation de mise à la terre (voir 5.5) et appropriés à l'équipement HT doivent être fournis en quantité suffisante pour faciliter la réalisation en sécurité des travaux entrepris sur les parties sous tension de l'équipement HT (voir annexe B). Ces accessoires doivent être conformes aux prescriptions de la CEI 61230.

### **16.2 Détecteurs de tension**

Les détecteurs de tension conformes à la CEI 61243-1, adaptés à la vérification de manque de tension des parties actives, doivent être fournis. Ces détecteurs doivent intégrer des moyens de vérification de bon fonctionnement (voir annexe B). Voir aussi 7.3.3 du HD 637.

### **16.3 Accessoires pour la sécurité des travaux**

Des accessoires pour travailler en sécurité au voisinage d'équipement HT sous tension (par exemple écrans mobiles, cloisons isolées insérables) doivent être prévus conformément à 7.3.5 du HD 637 (voir annexe B).

## **17 Marquages, signaux d'avertissement et désignations de référence**

### **17.1 Généralités**

L'équipement électrique doit être marqué avec le nom du fournisseur, sa marque de fabrique ou un autre symbole d'identification.

Les signaux d'avertissement, plaques signalétiques, marquages et plaques d'identification doivent être de durabilité suffisante pour supporter les conditions d'environnement prévues.

Les marquages et les désignations de référence doivent être conformes à l'article 17 de la CEI 60204-1.

## 15 Electric motors and associated equipment

### 15.1 General

The requirements of clause 15 of IEC 60204-1 apply.

NOTE Motors in supply systems with isolated neutral or resonant earthing sometimes need a higher insulation level; see 12.4 of IEC 60034-1.

### 15.2 Motor connection boxes

Motor-mounted devices, for example brakes, temperature sensors, plugging switches, tachometer generators, shall be terminated either

- in a connection box separate from the motor connection box, or
- in a compartment of the motor connection box separate from the high-voltage terminations.

## 16 Accessories

### 16.1 Accessories for earthing and short-circuiting live parts

Accessories for earthing and short-circuiting all live parts to the earthing system (see 5.5) which are appropriate for the HV equipment shall be provided in sufficient quantity to facilitate work being carried out in safety on the live parts of the HV equipment of the machine (see annex B). These accessories shall comply with the requirements of IEC 61230.

### 16.2 Voltage detectors

Voltage detectors complying with IEC 61243-1, suitable for verifying that live parts on the machine are de-energized shall be provided. These voltage detectors shall include means of verifying that they are in working order (see annex B). See also 7.3.3 of HD 637.

### 16.3 Accessories for safe working

Accessories for safe working in the vicinity of live HV equipment (e.g. mobile screens, insertable insulated partitions) shall be provided in accordance with 7.3.5 of HD 637 (see annex B).

## 17 Marking, warning signs and reference designations

### 17.1 General

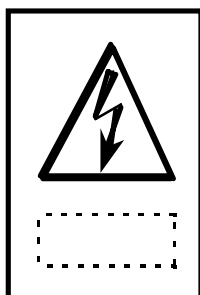
The electrical equipment shall be marked with the supplier's name, trade mark, or other identifying symbol.

Warning signs, nameplates, markings and identification plates shall be of sufficient durability to withstand the physical environment involved.

Marking and reference designations shall be in accordance with clause 17 of IEC 60204-1.

## 17.2 Signaux d'avertissement

Les enveloppes qui ne montrent pas clairement qu'elles contiennent des équipements électriques doivent être marquées par un signal combiné conforme à la figure 10 de la CEI 61310-1. Le signal doit être constitué par un éclair noir sur fond jaune dans un triangle noir, disposé conformément au symbole graphique IEC-60417-5036, le tout conforme au symbole 13 de l'ISO 3864; il doit en plus comporter la valeur de la tension:



IEC 1084/2000

Le signal d'avertissement doit être totalement visible sur le couvercle ou la porte de l'enveloppe.

## 18 Documentation technique

Les prescriptions de l'article 18 de la CEI 60204-1 sont applicables. De plus, la documentation et plus particulièrement le manuel opérateur doit comprendre les procédures d'utilisation des accessoires indiqués à l'article 16 de la présente norme.

## 19 Essais et vérification

### 19.1 Généralités

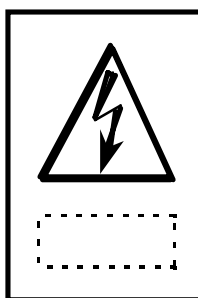
La présente partie de la CEI 60204 donne des prescriptions générales relatives à l'équipement HT des machines. Les essais correspondant à un type particulier de machine seront indiqués dans la norme de produit spécifique. En cas d'absence d'une norme de produit, les essais appropriés peuvent comporter un ou plusieurs des essais suivants, mais doivent toujours comporter les essais de l'installation de mise à la terre (voir 19.2):

- vérification de la conformité de l'équipement HT avec la documentation technique;
- essais de l'installation de mise à la terre (voir 19.2);
- essais de résistance d'isolement (voir 19.3);
- essais de tension (voir 19.4);
- essais de fonctionnement (voir 19.5);
- essais d'IP pour les équipements HT situés à l'extérieur des zones de service électrique (voir 19.6).

Lorsque ces essais sont effectués, il est recommandé de suivre la séquence de la liste.

## 17.2 Warning signs

Enclosures that do not otherwise clearly show that they contain electrical devices shall be marked with a combined sign according to figure 10 of IEC 61310-1. This shall show a black lightning flash on a yellow background within a black triangle, shaped in accordance with the graphical symbol IEC-60417-5036, the whole in accordance with symbol 13 of ISO 3864 and shall be marked in the supplementary label with the relevant voltage:



IEC 1084/2000

The warning sign shall be plainly visible on the enclosure door or cover.

## 18 Technical documentation

The requirements of clause 18 of IEC 60204-1 apply. In addition the documentation, especially the operating manual, shall include the proper procedures for the use of the accessories specified in clause 16 of this standard.

## 19 Testing and verification

### 19.1 General

This part of IEC 60204 gives general requirements for the HV equipment of machines. The relevant tests for a particular machine type will be given in the dedicated product standard. Where there is no dedicated product standard for the machine, the appropriate tests may include one or more of the following but shall always include the earthing system tests (see 19.2):

- verification that the HV equipment is in compliance with the technical documentation;
- earthing system tests (see 19.2);
- insulation resistance tests (see 19.3);
- voltage tests (see 19.4);
- functional tests (see 19.5);
- IP tests for HV equipment outside electrical operating areas (see 19.6).

When these tests are performed, it is recommended that they follow the sequence listed.

## 19.2 Essais de l'installation de mise à la terre

Les essais doivent être effectués sur

- l'installation de la machine,
- les connexions entre l'installation de la machine et la partie extérieure (conducteurs d'équipotentialité de la machine),
- toute installation de mise de terre utilisée comme partie de l'installation électrique de la machine,

pour vérifier que l'installation de mise à la terre satisfait aux prescriptions de la protection contre les contacts indirects conformément à 6.3.

Les essais doivent être effectués conformément à 9.6 du HD 637.

## 19.3 Essais de résistance d'isolement

La résistance d'isolement, mesurée sous la valeur la plus faible entre la tension assignée de l'équipement HT et 5 kV, entre les conducteurs du circuit de puissance et le circuit de protection, ne doit pas être inférieure à 1 MΩ. L'essai peut être effectué sur des sections individuelles de l'installation HT complète.

**Exception:** Pour certaines parties de l'équipement HT comportant par exemple des jeux de barres, ou des ensembles de fils conducteurs, barres conductrices, ou des bagues glissantes, une valeur minimale plus faible de la résistance d'isolement est admise en accord avec le constructeur de l'équipement.

## 19.4 Essais de tension

Les détails relatifs aux essais de tension doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'utilisateur.

Un guide des essais de tension après installation sur site est donné à l'annexe DD de la CEI 60298.

## 19.5 Essais fonctionnels

Les fonctions de l'équipement électrique, particulièrement celles relatives à la sécurité et à la protection par protecteur, doivent être essayées.

## 19.6 Essais d'IP pour les équipements HT à l'extérieur des zones de service électrique

Les essais d'IP ne sont pas nécessaires pour les équipements HT de type approuvé procurant un degré minimal de protection contre les contacts directs IPXXDH.

Pour les autres équipements électriques, les essais appropriés spécifiés dans la CEI 60529 doivent être effectués.

## 19.7 Nouveaux essais

Lorsqu'une partie de la machine et son équipement électrique associé sont remplacés ou modifiés, cette portion doit être essayée à nouveau comme cela est approprié (voir 19.1).

## 19.2 Earthing system tests

Tests shall be carried out on

- the machine installation,
- the connections between the machine installation and the external installation (machine bonding conductors),
- any earthing system provided as part of the electrical installation of the machine,

to verify that the earthing system satisfies the requirements for protection against indirect contact according to 6.3.

The tests shall be carried out in accordance with 9.6 of HD 637.

## 19.3 Insulation resistance tests

The insulation resistance, between the power circuit conductors and the protective bonding circuit, measured at a voltage equal to the rated voltage of the HV equipment or 5 kV, whichever is the lower value, shall be not less than 1 MΩ. The test may be made on individual sections of the complete HV installation.

**Exception:** For certain parts of HV equipment, incorporating for example busbars, conductor wire or conductor bar systems or slip-ring assemblies, a lower minimum value of insulation resistance is permitted in agreement with the manufacturer.

## 19.4 Voltage tests

Details of the voltage tests shall be agreed between the supplier and user.

A guide for voltage tests after installation on site is given in appendix DD of IEC 60298.

## 19.5 Functional tests

The functions of electrical equipment shall be tested, particularly those related to safety and safeguarding.

## 19.6 IP tests for HV equipment outside electrical operating areas

IP tests are not necessary for type-tested HV equipment that provides a minimum degree of protection against direct contact of IPXXDH.

For other electrical equipment, the appropriate tests specified in IEC 60529 shall be carried out.

## 19.7 Retesting

Where a portion of the machine and its associated electrical equipment is changed or modified, that portion shall be reverified and retested, as is appropriate (see 19.1).

## **Annexe A** (informative)

### **Exemples de machines couvertes par la présente partie de la CEI 60204**

La liste suivante montre des exemples de machines dont il est recommandé que l'équipement HT soit conforme à cette partie de la CEI 60204:

- machines de fabrication de papier et de carton;
- mixeurs internes (caoutchouc et plastique);
- tunneliers;
- machines de chantiers et carrières;
- convoyeurs;
- appareils de levage;
- chargeurs/déchargeurs de navires;
- machines d'extraction (par exemple charbon) et de défrichage.

## **Annex A** (informative)

### **Examples of machines covered by this part of IEC 60204**

The following list shows examples of machines whose HV equipment should conform to this part of IEC 60204:

- paper and board making machines;
- internal mixers (rubber and plastics);
- tunnelling machines;
- mining and quarrying machines;
- conveyors;
- cranes;
- ship loaders/unloaders;
- material (e.g. coal) stocking-out and reclaiming machines.