

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60204-32

Première édition
First edition
1998-08

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

**Partie 32:
Prescriptions pour les appareils de levage**

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

**Part 32:
Requirements for hoisting machines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60204-32:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

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 60 000 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**

60204-32

Première édition
First edition
1998-08

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

**Partie 32:
Prescriptions pour les appareils de levage**

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

**Part 32:
Requirements for hoisting machines**

© IEC 1998 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 Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XE**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	10
INTRODUCTION	14
Articles	
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	22
3 Définitions	28
4 Prescriptions générales.....	42
4.1 Généralités	42
4.2 Choix des matériels	44
4.3 Alimentation électrique.....	44
4.4 Environnement physique et conditions de fonctionnement	48
4.5 Transport et stockage	52
4.6 Précautions pour la manutention	52
4.7 Installation et fonctionnement.....	52
5 Bornes des conducteurs d'alimentation et appareils de coupure et de sectionnement	52
5.1 Bornes des conducteurs d'alimentation	52
5.2 Borne du conducteur de protection externe.....	54
5.3 Dispositif de sectionnement et de coupure de l'alimentation	54
5.4 Appareils de coupure pour éviter un redémarrage intempestif.....	68
5.5 Dispositifs de sectionnement pour l'équipement électrique	68
5.6 Protection contre une fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur	70
6 Protection contre les chocs électriques	70
6.1 Généralités	70
6.2 Protection contre les contacts directs	70
6.3 Protection contre les contacts indirects	74
6.4 Protection par l'utilisation de la TBTP	78
7 Protection de l'équipement	80
7.1 Généralités	80
7.2 Protection contre les surintensités.....	80
7.3 Protection des moteurs contre les surcharges	84
7.4 Protection contre les températures anormales.....	86
7.5 Protection contre l'interruption ou la baisse de la tension d'alimentation et son rétablissement ultérieur.....	86
7.6 Protection contre la survitesse des moteurs	86
7.7 Protection contre les défauts à la terre et les courants résiduels.....	88
7.8 Protection de l'ordre des phases	88
7.9 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou surtensions de manoeuvre	88

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	11
INTRODUCTION.....	15
Clause	
1 Scope.....	21
2 Normative references.....	23
3 Definitions	29
4 General requirements	43
4.1 General considerations	43
4.2 Selection of equipment	45
4.3 Electrical supply.....	45
4.4 Physical environment and operating conditions	49
4.5 Transportation and storage	53
4.6 Provisions for handling.....	53
4.7 Installation and operation.....	53
5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off .	53
5.1 Incoming supply conductor terminations.....	53
5.2 Terminal for connection to the external protective earthing system	55
5.3 Supply disconnecting (isolating) and switching devices.....	55
5.4 Devices for switching off for prevention of unexpected start-up.....	69
5.5 Devices for disconnecting electrical equipment.....	69
5.6 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection	71
6 Protection against electric shock.....	71
6.1 General	71
6.2 Protection against direct contact	71
6.3 Protection against indirect contact.....	75
6.4 Protection by the use of PELV.....	79
7 Protection of equipment	81
7.1 General	81
7.2 Overcurrent protection	81
7.3 Overload protection of motors	85
7.4 Abnormal temperature protection	87
7.5 Protection against supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration	87
7.6 Motor overspeed protection.....	87
7.7 Earth fault/residual current protection.....	89
7.8 Phase sequence protection	89
7.9 Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges	89

Articles	Pages
8 Liaisons équipotentielles	88
8.1 Généralités	88
8.2 Circuit de protection	88
8.3 Liaisons équipotentielles fonctionnelles	96
9 Circuits et fonctions de commande	98
9.1 Circuits de commande	98
9.2 Fonctions de commande	100
9.3 Protection par verrouillage	112
9.4 Fonctions de commande en cas de défaillance	114
9.5 Circuits de commande de sécurité	118
10 Interface opérateur et appareils de commande montés sur l'appareil de levage	118
10.1 Généralités	118
10.2 Boutons-poussoirs	120
10.3 Voyants lumineux de signalisation	124
10.4 Boutons-poussoirs lumineux	126
10.5 Appareils de commande rotatifs	126
10.6 Dispositif de démarrage	126
10.7 Appareils de fonction d'urgence	128
10.8 Dispositifs d'affichage	130
11 Equipement électronique	130
11.1 Généralités	130
11.2 Prescriptions fondamentales	130
11.3 Equipement programmable	130
12 Appareillage de commande: emplacement, montage et enveloppes	132
12.1 Généralités	132
12.2 Emplacement et montage	132
12.3 Degrés de protection	134
12.4 Enveloppes, portes et ouvertures	136
12.5 Accès à l'appareillage de commande	138
13 Câbles et conducteurs	140
13.1 Prescriptions générales	140
13.2 Conducteurs	140
13.3 Isolation	142
13.4 Courant admissible en fonctionnement normal	142
13.5 Chute de tension	144
13.6 Section minimale	144
13.7 Câbles souples	146
13.8 Collecteurs à conducteurs, barres et assemblages glissants	148

Clause	Page
8 Equipotential bonding.....	89
8.1 General	89
8.2 Protective bonding circuit.....	89
8.3 Bonding for operational purposes	97
9 Control circuits and control functions.....	99
9.1 Control circuits.....	99
9.2 Control functions.....	101
9.3 Protective interlocks	113
9.4 Control functions in the event of failure	115
9.5 Safety-related control circuits.....	119
10 Operator interface and hoisting machine mounted control devices	119
10.1 General	119
10.2 Push-buttons	121
10.3 Indicator lights and displays	125
10.4 Illuminated push-buttons	127
10.5 Rotary control devices	127
10.6 Start devices.....	127
10.7 Devices for emergency stop and/or emergency switching off	129
10.8 Displays.....	131
11 Electronic equipment	131
11.1 General	131
11.2 Basic requirements	131
11.3 Programmable equipment.....	131
12 Controlgear: location, mounting, and enclosures	133
12.1 General requirements.....	133
12.2 Location and mounting.....	133
12.3 Degrees of protection.....	135
12.4 Enclosures, doors and openings	137
12.5 Access to controlgear	139
13 Conductors and cables.....	141
13.1 General requirements	141
13.2 Conductors	141
13.3 Insulation.....	143
13.4 Current-carrying capacity in normal service	143
13.5 Voltage drop	145
13.6 Minimum cross-sectional area.....	145
13.7 Flexible cables.....	147
13.8 Collector wires, collector bars and slip-ring assemblies	149

Articles	Pages
14 Câblage	156
14.1 Raccordement et cheminement	156
14.2 Identification des conducteurs	158
14.3 Câblage à l'intérieur des enveloppes	160
14.4 Câblage à l'extérieur des enveloppes	162
14.5 Canalisations, boîtes de raccordements et autres boîtiers	166
15 Moteurs électriques et équipements associés	170
15.1 Prescriptions générales	170
15.2 Enveloppes des moteurs	172
15.3 Dimensions des moteurs	172
15.4 Montage des moteurs et compartiments moteurs	172
15.5 Critère de choix des moteurs	172
15.6 Dispositifs de protection pour les freins mécaniques	174
15.7 Freins mécaniques commandés électriquement	174
16 Accessoires et éclairage	174
16.1 Accessoires	174
16.2 Eclairage local de l'appareil de levage et de l'équipement	174
17 Marquages, signaux d'avertissement et désignations de référence	176
17.1 Généralités	176
17.2 Signaux d'avertissement	178
17.3 Identification fonctionnelle	178
17.4 Marquage de l'équipement de commande	178
17.5 Désignations de référence	180
18 Documentation technique	180
18.1 Généralités	180
18.2 Informations à fournir	180
18.3 Prescriptions applicables à toute documentation	182
18.4 Informations fondamentales	182
18.5 Schéma d'installation	182
18.6 Schémas fonctionnels	184
18.7 Schémas des circuits	184
18.8 Manuel de fonctionnement	186
18.9 Manuel de maintenance	186
18.10 Nomenclature des pièces détachées	186
19 Essais et vérification	186
19.1 Généralités	186
19.2 Continuité du circuit de protection	188
19.3 Essais de résistance d'isolement	188
19.4 Essais de fonctionnement	188
19.5 Nouveaux essais	188

Clause	Page
14 Wiring practices	157
14.1 Connections and routing	157
14.2 Identification of conductors	159
14.3 Wiring inside enclosures	161
14.4 Wiring outside enclosures	163
14.5 Ducts, connection boxes and other boxes	167
15 Electric motors and associated equipment	171
15.1 General requirements	171
15.2 Motor enclosures	173
15.3 Motor dimensions	173
15.4 Motor mounting and compartments	173
15.5 Criteria for motor selection	173
15.6 Protective devices for mechanical brakes	175
15.7 Electrically operated mechanical brakes	175
16 Accessories and lighting	175
16.1 Accessories	175
16.2 Local lighting on the hoisting machine and for the equipment	175
17 Marking, warning signs and reference designations	177
17.1 General	177
17.2 Warning signs	179
17.3 Functional identification	179
17.4 Marking of control equipment	179
17.5 Reference designations	181
18 Technical documentation	181
18.1 General	181
18.2 Information to be provided	181
18.3 Requirements applicable to all documentation	183
18.4 Basic information	183
18.5 Installation diagram	183
18.6 Block (system) diagrams and function diagrams	185
18.7 Circuit diagrams	185
18.8 Operating manual	187
18.9 Maintenance manual	187
18.10 Parts list	187
19 Testing and verification	187
19.1 General	187
19.2 Continuity of the protective bonding circuit	189
19.3 Insulation resistance tests	189
19.4 Functional tests	189
19.5 Retesting	189

Tableaux

Tableau 1 – Section minimale du conducteur de protection externe en cuivre.....	54
Tableau 2 – Code de couleurs pour organes de commande à bouton-poussoir et leur signification	122
Tableau 3 – Couleurs des voyants lumineux de signalisation et leur signification suivant la condition de l'appareil de levage	126
Tableau 4 – Températures maximales admissibles des conducteurs dans les conditions normales et de court-circuit	140
Tableau 5 – Courant admissible (I_z) des conducteurs et câbles en cuivre, isolés au PVC, en régime permanent, pour une température ambiante de 40 °C, pour différentes méthodes d'installation.....	144
Tableau 6 – Section minimale des conducteurs en cuivre	146
Tableau 7 – Facteurs de correction pour des câbles enroulés sur tambours	148
Tableau 8 – Rayon minimal de courbure permis pour le guidage forcé de câbles souples	164
Tableau 9 – Vérification de la continuité du circuit de protection.....	188

Figures

Figure 1 – Schéma fonctionnel d'appareils de levage associés dans un système typique de manutention portuaire	16
Figure 2 – Schéma fonctionnel d'un appareil de levage typique et son équipement électrique associé	18
Figure 3 – Exemples de réseau d'alimentation électrique	58
Figure 4 – Exemple de liaisons équipotentielle pour l'équipement électrique d'un appareil de levage.....	90
Figure 5 – Volume d'accessibilité au toucher	152

Annexes

Annexe A – Questionnaire concernant l'équipement électrique des appareils de levage ...	190
Annexe B – Courant admissible, protection contre les surintensités des conducteurs et câbles dans les équipements électriques des machines	196
Annexe C – Explication sur les manoeuvres d'urgence.....	206
Annexe D – Bibliographie	208
Index.....	210

	Page
Tables	
Table 1 – Minimum cross-sectional area of the external protective copper conductor	55
Table 2 – Colour-coding for push-button actuators and their meanings.....	123
Table 3 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the hoisting machine.....	127
Table 4 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions.....	141
Table 5 – Current carrying capacity (I_z) of PVC insulated copper conductors or cables under steady state conditions in an ambient air temperature of 40 °C for different methods of installation	145
Table 6 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors	147
Table 7 – Derating factors for cables wound on drums	149
Table 8 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables	165
Table 9 – Verification of continuity of the protective bonding circuit	189
Figures	
Figure 1 – Block diagram of combined working cranes in a typical material handling system in a seaport	17
Figure 2 – Block diagram of a typical crane and its associated electrical equipment	19
Figure 3 – Examples of electrical supply systems	59
Figure 4 – Example of equipotential bonding for electrical equipment of a hoisting machine	91
Figure 5 – Limits of arm's reach	153
Annexes	
Annex A – Inquiry form for the electrical equipment of machines	191
Annex B – Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines	197
Annex C – Explanation of emergency operation functions	207
Annex D – Bibliography	209
Index.....	211

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES MACHINES –

Partie 32: Prescriptions pour les appareils de levage

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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, 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 60204-32 a été établie par le comité d'études 44 de la CEI: Sécurité des machines – Aspects électrotechniques, en liaison avec le comité d'études 64: Installations électriques des bâtiments.

Cette édition comprend des éléments de la quatrième édition de la CEI 60204-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
44/228/FDIS	44/235/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.

Les annexes A, B, C et D sont informatives.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY OF MACHINERY –
ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –****Part 32: Requirements for hoisting machines**

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 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 60204-32 has been prepared by IEC technical committee 44: Safety of machinery – Electrotechnical aspects, in co-operation with IEC technical committee 64: Electrical installations of buildings.

This edition incorporates material from the fourth edition of IEC 60204-1.

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

FDIS	Report on voting
44/228/FDIS	44/235/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.

Annexes A, B, C and D are informative.

Dans certains pays, les différences suivantes existent:

- 4.3.1: Les caractéristiques de tension fournies par le réseau de distribution publique sont données dans l'EN 50160: 1994, *Caractéristiques de tension fournies par les réseaux de distribution publique* (Europe);
- 7.2.3: La coupure du conducteur neutre est obligatoire en schéma TN-S (France);
- 10.7.2: L'utilisation de dispositifs d'arrêt d'urgence sans déblocage mécanique associés à des dispositifs de blocage est considérée comme une pratique acceptable (USA);
- 13.6, tableau 6: Les sections sont spécifiées selon les normes américaines (AWG) (USA);
- 14.2.2: Pour le conducteur de protection, la couleur VERT (avec ou sans bandes JAUNE) est utilisée comme équivalent de la combinaison VERT-et-JAUNE (USA et Canada);
- 14.2.3: Les couleurs BLANC et GRIS NATUREL sont utilisées pour les conducteurs de neutre mis à la terre au lieu du BLEU CLAIR (USA et Canada);
- 14.2.4: La couleur JAUNE est utilisée au lieu de ORANGE pour les circuits de commande de verrouillage (USA).

The following differences exist in some countries:

- 4.3.1: The voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems are given in EN 50160:1994, *Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems* (Europe);
- 7.2.3: Disconnection of the neutral conductor is mandatory in a TN-S system (France);
- 10.7.2: The use of non-latching emergency stop devices in conjunction with separate reset devices is considered acceptable practice (USA);
- 13.6, table 6: Cross-sectional area is specified according to American Wire Gauge (AWG) (USA);
- 14.2.2: For the protective conductor, the colour identification GREEN (with or without YELLOW stripes) is used as equivalent to the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW (USA and Canada);
- 14.2.3: The colour identification WHITE or NATURAL GREY is used for earthed neutral conductors instead of the colour identification LIGHT BLUE (USA and Canada);
- 14.2.4: The colour YELLOW is used instead of ORANGE for that purpose (USA).

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60204 fournit les règles et recommandations relatives à l'équipement électrique des appareils de levage en vue d'améliorer

- la sécurité des personnes et des biens;
- la cohérence de réponse des commandes;
- la facilité de la maintenance.

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

Les figures 1 et 2 sont fournies en tant qu'aide pour la compréhension des relations entre les différents éléments d'un appareil de levage et ses équipements associés. La figure 1 présente le schéma d'ensemble d'un système de manutention typique (un groupe d'engins de levage fonctionnant de manière coordonnée) et la figure 2 le schéma d'un appareil de levage typique et ses équipements associés montrant les divers éléments de l'équipement électrique explicités dans cette norme.

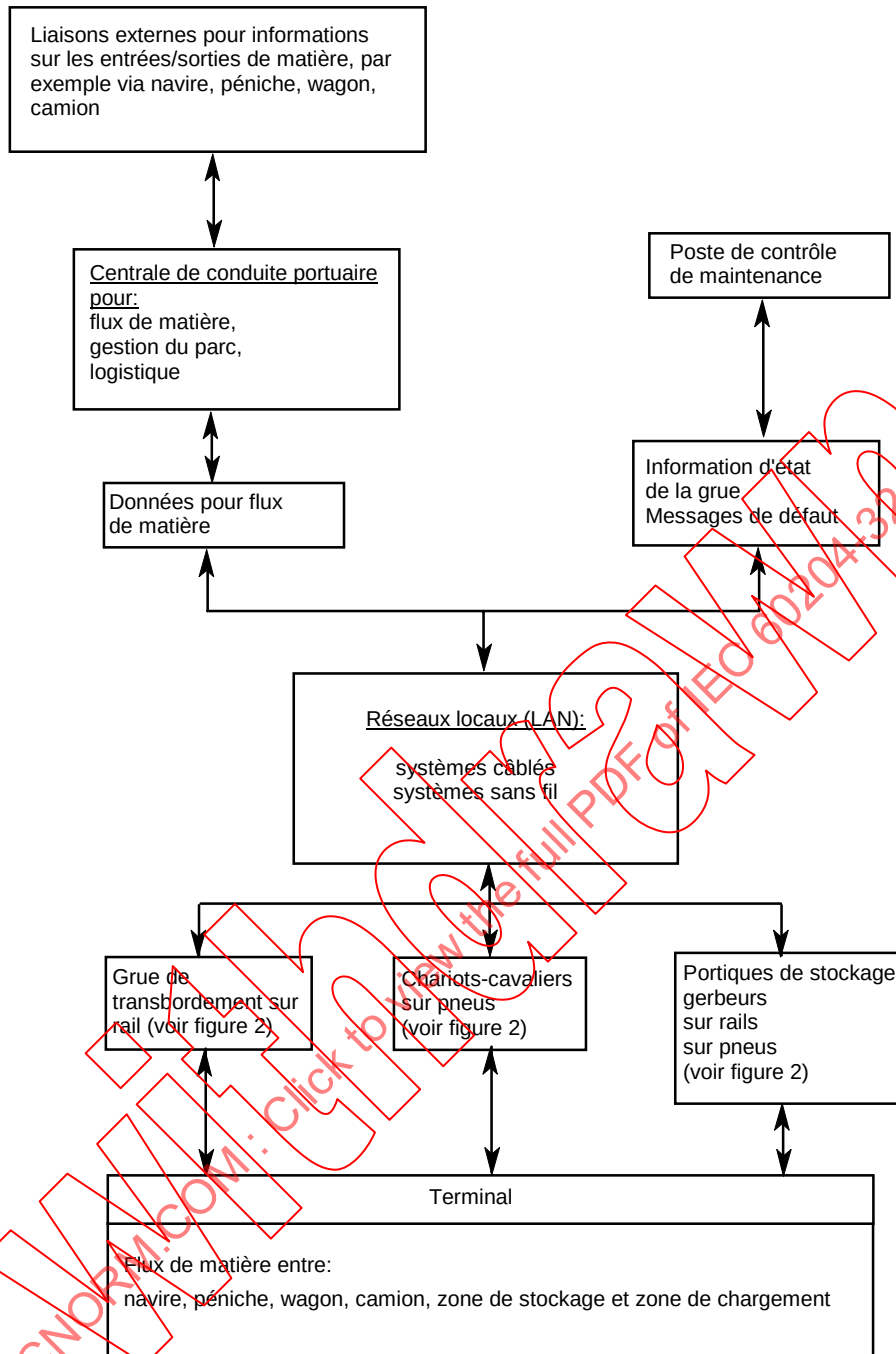
INTRODUCTION

This part of IEC 60204 provides requirements and recommendations relating to the electrical equipment of hoisting machines 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.

Figures 1 and 2 have been provided as an aid to the understanding of the interrelationship of the various elements of a hoisting machine and its associated equipment. Figure 1 is an overall block diagram of a typical material handling system (a group of cranes working together in a co-ordinated manner) and figure 2 is a block diagram of a typical crane and associated equipment showing the various elements of the electrical equipment addressed in this standard.



IEC 1 310/98

Figure 1 – Schéma fonctionnel d'appareils de levage associés dans un système typique de manutention portuaire

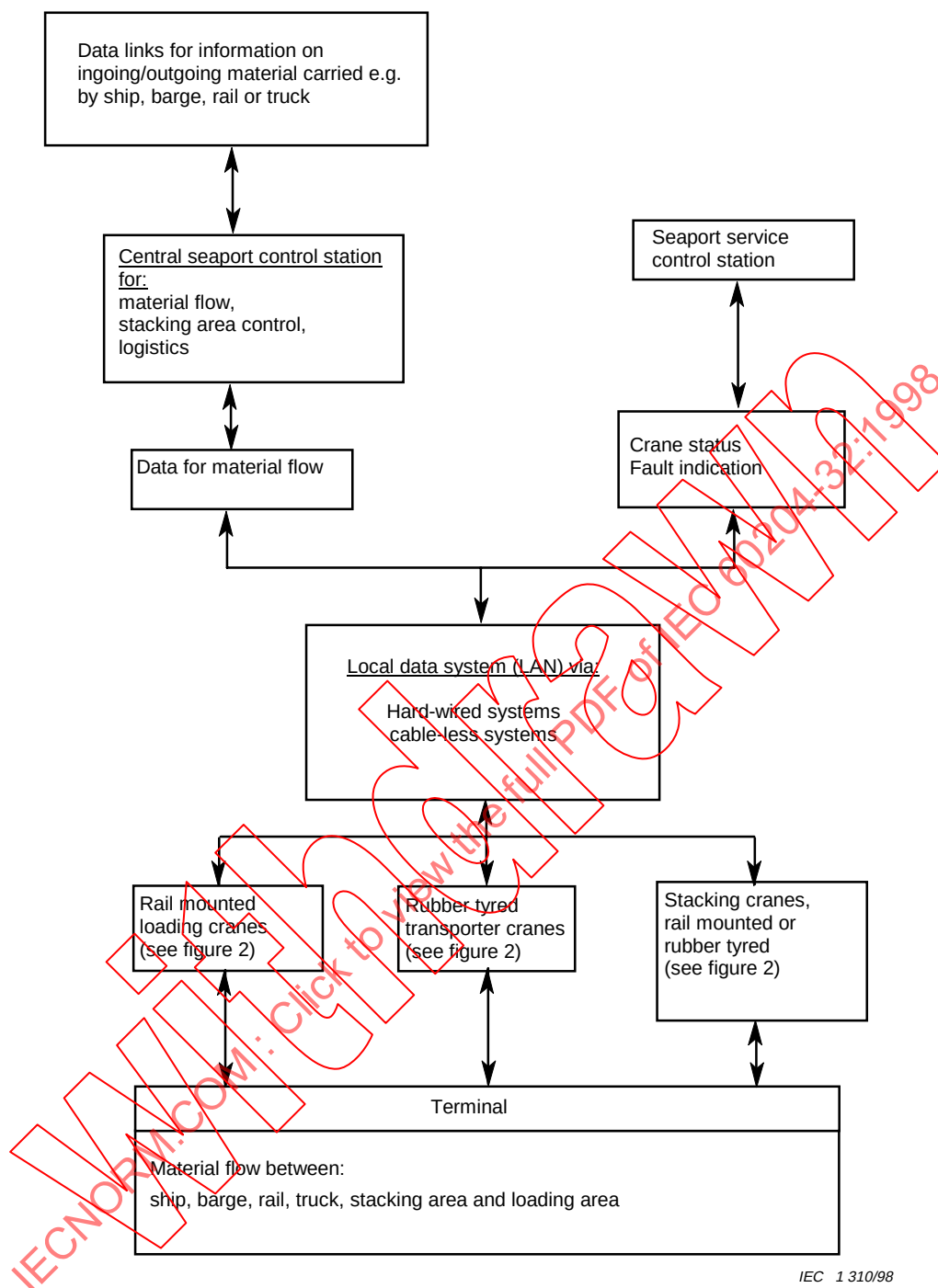
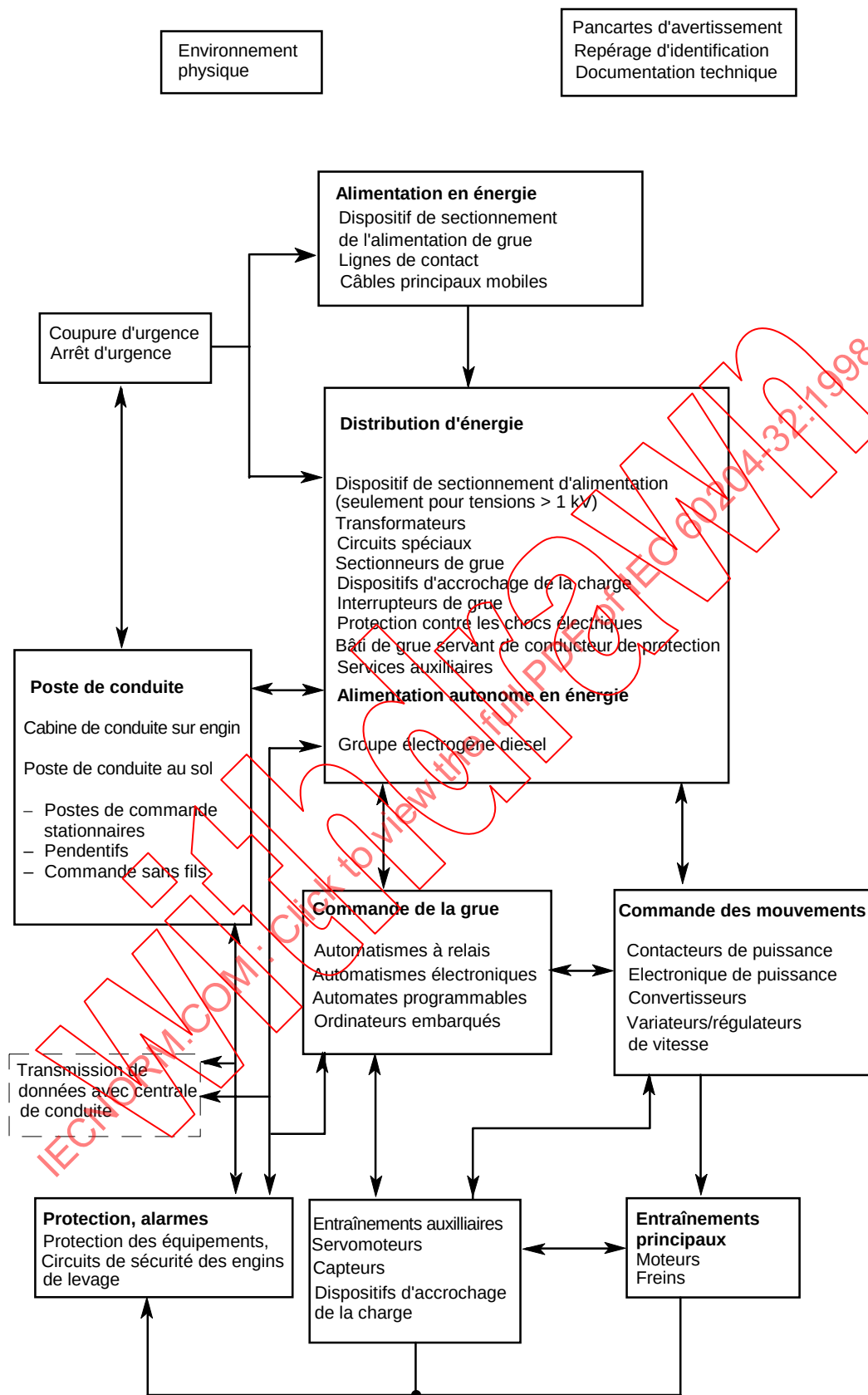
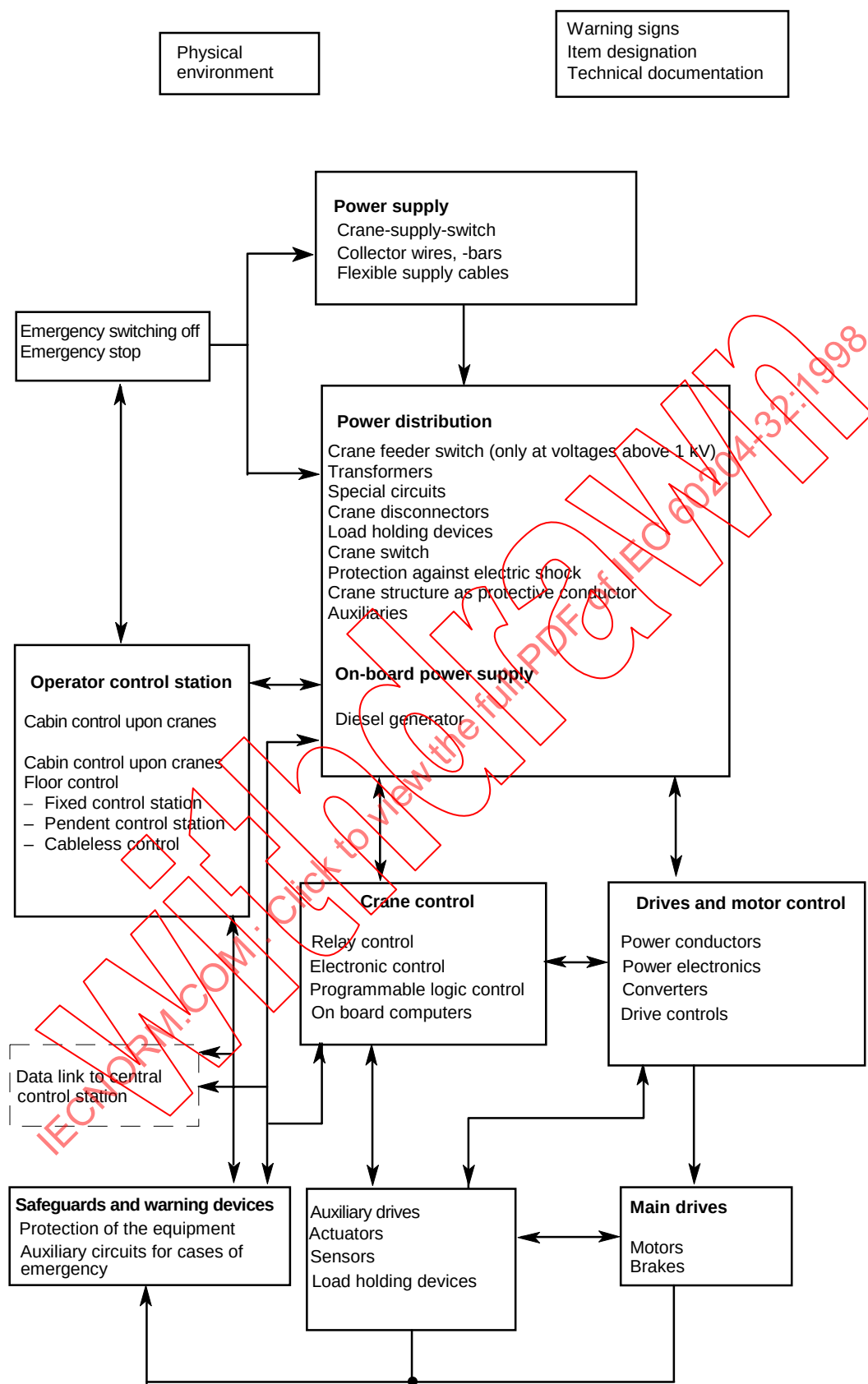


Figure 1 – Block diagram of combined working cranes in a typical material handling system in a seaport



IEC 1 311/98

Figure 2 – Schéma fonctionnel d'un appareil de levage typique et son équipement électrique associé



IEC 1.311/98

Figure 2 – Block diagram of a typical crane and its associated electrical equipment

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES MACHINES –

Partie 32: Prescriptions pour les appareils de levage

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60204 est applicable aux équipements et systèmes électriques et électroniques des appareils de levage et à leurs équipements associés.

NOTE 1 – 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).

NOTE 2 – Dans le cadre de cette partie, 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 de levage concernée.

L'équipement traité dans cette norme a pour origine le point de connexion de l'alimentation à l'équipement électrique de l'appareil de levage (sectionneur d'alimentation de l'appareil de levage), y compris l'alimentation de puissance et les alimentations de commande situées à l'extérieur de l'appareil de levage, par exemple les câbles souples, les collecteurs de courant câblés ou à barres (voir figure 3).

NOTE 3 – Pour les prescriptions d'installations électriques dans les bâtiments, voir la CEI 60364.

La présente norme est applicable aux équipements et parties d'équipements dont la tension n'excède pas 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu entre phases et dont la fréquence n'excède pas 200 Hz.

NOTE 4 – Les prescriptions relatives aux équipements de haute tension sont à l'étude aux CE 44 et 99 de la CEI.

Des prescriptions complémentaires et particulières peuvent s'appliquer aux équipements électriques des dispositifs de levage utilisés dans des atmosphères explosives et/ou inflammables.

Pour les besoins de cette norme, les appareils de levage comprennent les grues de tous types, les treuils et les machines de stockage et d'extraction, y compris par exemple les groupes suivants:

- ponts roulants;
- grues mobiles;
- grues à tour;
- grues pivotantes à flèche relevable;
- portiques;
- grues offshore;
- grues flottantes;
- treuils de tout type;
- palans et accessoires;
- grues de chargement;
- grues à câble (blondins);
- accessoires de suspension de charge;
- machines de stockage et d'extraction;
- treuils suspendus avec rail de translation fixe;
- enjambeurs;
- portiques sur pneus.

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

Part 32: Requirements for hoisting machines

1 Scope

This part of IEC 60204 applies to the application of electrical and electronic equipment and systems to hoisting machines and related equipment.

NOTE 1 – In this standard, the term *electrical* includes both electrical and electronic matters (i.e. *electrical equipment* means both the electrical and the electronic equipment).

NOTE 2 – In the context of this part, the term *person* refers to any individual and includes those persons who are assigned and instructed by the user or his agent(s) in the use and care of the hoisting machine in question.

The equipment covered by this standard commences at the point of connection of the supply to the electrical equipment of the hoisting machine (crane-supply-switch) including systems for power supply and control feeders situated outside of the hoisting machine, e.g. flexible cables or collector wires or collector bars (see figure 3).

NOTE 3 – For the requirements for the electrical supply installation in buildings, see IEC 60364.

This standard is applicable to equipment or parts of equipment not exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. between lines, and with nominal frequencies not exceeding 200 Hz.

NOTE 4 – Requirements for high voltage equipment are under consideration by IEC/TC 44 and IEC/TC 99.

Additional and special requirements can apply to the electrical equipment of hoisting machines that are used in potentially explosive and/or flammable atmospheres.

For the purposes of this standard, hoisting machines include cranes of all types, winches of all types, and storage and retrieval machines. The following product groups are included:

- overhead travelling cranes;
- mobile cranes;
- tower cranes;
- slewing luffing cranes;
- gantry cranes;
- offshore cranes;
- floating cranes;
- winches of all types;
- hoists and accessories;
- loader cranes;
- cable cranes;
- load holding devices;
- storage and retrieval machines;
- monorail hoists;
- straddle carriers;
- rubber tyred gantry cranes (RTGs).

La présente partie de la CEI 60204 ne traite pas d'éléments individuels de l'équipement électrique sauf pour leur choix et leur mise en oeuvre.

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. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60204 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CEI 60034-5:1991, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines électriques tournantes (code IP)*

CEI 60034-11:1978, *Machines électriques tournantes – Partie 11: Protection thermique incorporée*

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

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

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

CEI 60072-1:1991, *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes – Partie 1: Désignation des carcasses entre 56 et 400 et des brides entre 55 et 1080*

CEI 60072-2:1990, *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes – Partie 2: Désignation des carcasses entre 355 et 1000 et brides entre 1180 et 2360*

CEI 60073:1996, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de codage pour les dispositifs indicateurs et les organes de commande*

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

CEI 60146, *Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau*

CEI 60309-1:1988, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 1: Règles générales*

CEI 60332-1:1993, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 1: Essai sur un conducteur ou câble isolé vertical*

CEI 60364-3:1993, *Installations électriques des bâtiments – Partie 3: Détermination des caractéristiques générales*

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

The present part of IEC 60204 does not cover individual items of electrical equipment other than their selection for use and their erection.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60204. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and 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. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid normative documents.

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

IEC 60034-5:1991, *Rotating electrical machines – Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures of rotating electrical machines (IP code)*

IEC 60034-11:1978, *Rotating electrical machines – Part 11: Built-in thermal protection*

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

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

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

IEC 60072-1:1991, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080*

IEC 60072-2:1990, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 2: Frame numbers 355 to 1000 and flange numbers 1180 to 2360*

IEC 60073:1996, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indication devices and actuators*

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

IEC 60146, *General requirements and line commutated convertors*

IEC 60309-1:1988, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60332-1:1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60364-3:1993, *Electrical installations of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics*

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

CEI 60364-4-46:1981, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 46: Sectionnement et commande*

CEI 60364-4-47:1981, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 47: Application des mesures de protection pour assurer la sécurité – Section 470: Généralités – Section 471: Mesures de protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-4-473:1977, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 47: Application des mesures de protection pour assurer la sécurité – Section 473: Mesures de protection contre les surintensités*

CEI 60364-4-481:1993, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 48: Choix des mesures de protection en fonction des influences externes – Section 481: Choix des mesures de protection contre les chocs électriques en fonction des influences externes*

CEI 60364-5-523:1983, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Chapitre 52: Canalisations – Section 523: Courants admissibles*

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

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

CEI 60417-2:1998, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Partie 2: Dessins originaux*

CEI 60439-1:1992, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*

CEI 60445:1988, *Identification des bornes de matériels et des extrémités de certains conducteurs désignés et règles générales pour un système alphanumérique*

CEI 60446:1989, *Identification des conducteurs par des couleurs ou par des repères numériques*

CEI 60447:1993, *Interface homme-machine (IHM) – Principes de manoeuvre*

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

CEI 60536:1976, *Classification des matériels électriques et électroniques en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques*

CEI 60617, *Symboles graphiques pour schémas*

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

IEC 60364-4-46:1981, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 46: Isolation and switching*

IEC 60364-4-47:1981, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 47: Application of protective measures for safety – Section 470: General – Section 471: Measures of protection against electric shock*

IEC 60364-4-473:1977, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 47: Application of protective measures for safety – Section 473: Measures of protection against overcurrent*

IEC 60364-4-481:1993, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 48: Choice of protective measures as a function of external influences – Section 481: Selection of measures for protection against electric shock in relation to external influences*

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

IEC 60364-5-523:1983, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 52: Wiring systems – Section 523: Current-carrying capacities*

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

IEC 60417-2:1998, *Graphical symbols for use on equipment – Part 2: Symbol originals*

IEC 60439-1:1992, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 60445:1988, *Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors including general rules of an alphanumeric system*

IEC 60446:1989, *Identification of conductors by colours or numerals*

IEC 60447:1993, *Man-machine interface (MMI) – Actuating principles*

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

IEC 60536:1976, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

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*

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

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

CEI 60757:1983, *Code de désignation de couleurs*

CEI 60947-2:1995, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

CEI 60947-3:1990, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés – fusibles*

CEI 60947-4-1:1990, *Appareillage à basse tension – Partie 4: Contacteurs et démarreurs de moteur – Section 1: Contacteurs et démarreurs électromécaniques*

CEI 60947-5-1:1997, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

CEI 60947-7-1:1989, *Appareillage à basse tension – Partie 7: Matériels accessoires – Section 1: Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre*

CEI 61082-1:1991, *Etablissement des documents utilisés en électrotechnique – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 61082-2:1993, *Etablissement des documents utilisés en électrotechnique – Partie 2: Schémas adaptés à la fonction*

CEI 61082-3:1993, *Etablissement des documents utilisés en électrotechnique – Partie 3: Schémas, tableaux et listes des connexions*

CEI 61082-4:1996, *Etablissement des documents utilisés en électrotechnique – Partie 4: Documents d'implantation et d'installation*

CEI 61131-1:1992, *Automates programmables – Partie 1: Informations générales*

CEI 61131-2:1992, *Automates programmables – Partie 2: Spécifications et essais des équipements*

CEI 61346-1:1996, *Systèmes industriels, installations et appareils, et produits industriels – Principes de structuration et désignations de référence – Partie 1: Règles de base*

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

ISO 7000:1989, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

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

ISO 13852:1996, *Sécurité des machines – Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs*

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

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

IEC 60757:1983, *Code for designation of colours*

IEC 60947-2:1995, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit breakers*

IEC 60947-3:1990, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors, and fuse combination units*

IEC 60947-4-1:1990, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4: Contactors and motor – starters – Section One: Electrotechnical contactors and motor-starters*

IEC 60947-5-1:1997, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical circuit devices*

IEC 60947-7-1:1989, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7: Ancillary equipment – Section One – Terminal blocks for copper conductors*

IEC 61082-1:1991, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: General requirements*

IEC 61082-2:1993, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 2: Function – oriented diagrams*

IEC 61082-3:1993, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 3: Connection diagrams, tables and lists*

IEC 61082-4:1996, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 4: Location and installation documents*

IEC 61131-1:1992, *Programmable controllers – Part 1: General information*

IEC 61131-2:1992, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61346-1:1996, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules*

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

ISO 7000:1989, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

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

ISO 13852:1996, *Safety of machinery – Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs*

3 Définitions

NOTE – L'index énumère par ordre alphabétique les termes et les sigles définis dans le présent article et indique où ils sont utilisés dans le texte de cette norme.

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60204, les définitions suivantes sont applicables; pour les définitions générales, voir la CEI 60050(826).

3.1

organe de commande

Partie du mécanisme transmetteur à laquelle un effort extérieur de manoeuvre est appliqué. [VEI 441-15-22]

NOTE 1 – L'organe de commande peut prendre la forme d'une poignée, d'un bouton, d'un bouton-poussoir, d'une roulette, d'un plongeur, etc.

NOTE 2 – Certains organes n'exigent pas d'effort extérieur, mais seulement une action.

NOTE 3 – Voir aussi 3.38.

3.2

température ambiante

Température de l'air ou du milieu à l'emplacement où le matériel doit être utilisé. [VEI 826-01-04]

3.3

barrière

Élément assurant la protection contre les contacts directs dans toute direction habituelle d'accès. [VEI 826-03-13]

3.4

appareil de levage commandé par cabine

Appareil de levage commandé à partir d'une cabine fixée de manière permanente à l'appareil de levage.

3.5

chemin de câbles (ou tablette)

Support constitué d'une base continue munie de rebords et ne comportant pas de couvercle.

NOTE – Un chemin de câbles peut être perforé. [VEI 826-06-07]

3.6

système de goulottes

Ensemble d'enveloppes fermées munies d'un fond avec un couvercle amovible, destiné à la protection complète des conducteurs isolés ou des câbles ainsi qu'au logement d'autres matériels électriques. [VEI 826-06-04, modifié]

3.7

concomitant

Agissant ensemble; utilisé pour décrire une situation dans laquelle deux ou plusieurs appareils de commande sont actifs en même temps (mais pas nécessairement en synchronisme).

3.8

conduit (circulaire)

Enveloppe fermée, de section droite circulaire ou non destinée à la mise en place ou au remplacement de conducteurs isolés ou de câbles par tirage, dans les installations électriques.

NOTE – Il convient que les conduits soient suffisamment fermés de manière que les conducteurs et/ou les câbles puissent être tirés et non insérés latéralement. [VEI 826-06-03]

3 Definitions

NOTE – The index lists, in alphabetical order, the terms and acronyms 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; for general definitions, see IEC 60050(826).

3.1

actuator

The part of the actuating system to which an external actuating force is applied. [IEV 441-15-22]

NOTE 1 – The actuator may take the form of a handle, knob, push-button, roller, plunger, etc.

NOTE 2 – There are some actuating means that do not require an external actuating force but only an action.

NOTE 3 – See also 3.38.

3.2

ambient temperature

The temperature of the air or other medium where the equipment is to be used. [IEV 826-01-04]

3.3

barrier

A part providing protection against direct contact from any usual direction of access. [IEV 826-03-13]

3.4

cabin controlled hoisting machine

A hoisting machine operated from a cabin permanently attached to the hoisting machine.

3.5

cable tray

A 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]

3.6

cable trunking system

A system of closed enclosures comprising a base with a removable cover intended for the complete surrounding of insulated conductors, cables, cords and for the accommodation of other electrical equipment. [IEV 826-06-04, modified]

3.7

concurrent

Acting in conjunction; used to describe a situation wherein two or more control devices exist in an actuated condition at the same time (but not necessarily synchronously).

3.8

conduit

A part of a closed wiring system of circular or non-circular cross-section for insulated conductors and/or cables in electrical installations, allowing them to be drawn in and/or replaced.

NOTE – Conduits should be sufficiently close-jointed so that the insulated conductors and/or cables can only be drawn in and not inserted laterally. [IEV 826-06-03]

3.9

circuit de commande (d'un appareil de levage)

Circuit servant à commander le fonctionnement de l'appareil de levage et à la protection des circuits de puissance.

3.10

appareil de commande

Appareil inséré dans le circuit de commande et servant à commander le fonctionnement de l'appareil de levage (par exemple détecteurs de position, auxiliaires manuels de commande, relais, électrodistributeurs).

3.11

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]

3.12

arrêt contrôlé

Arrêt du mouvement d'un appareil de levage, par exemple par réduction du signal de commande à zéro dès que l'ordre d'arrêt a été reconnu par le dispositif de commande mais en maintenant la puissance électrique aux actionneurs de l'appareil de levage durant la procédure d'arrêt.

3.13

grue

Appareil pour monter/descendre et déplacer horizontalement des charges suspendues.

3.14

sectionneur de grue

Sectionneur manuel installé sur un appareil de levage pour la déconnexion (sectionnement) du circuit d'alimentation (par exemple pour des réparations ou des travaux d'entretien).

3.15

interrupteur de grue

Dispositif de coupure destiné à interrompre l'alimentation de puissance aux entraînements connectés (par exemple dans le cas de coupure d'urgence).

3.16

interrupteur d'alimentation de grue

Sectionneur ou interrupteur manuel pouvant être, si nécessaire, commandé à distance, utilisé pour déconnecter l'appareil de levage de son alimentation.

3.17

numérique

Fonctionnant avec des signaux discrets pour représenter des données sous forme de nombres et autres caractères.

3.18

contact direct

Contact de personnes ou d'animaux domestiques ou d'élevage avec des parties actives. [VEI 826-03-05]

3.9**control circuit (of a hoisting machine)**

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

3.10**control device**

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

3.11**controlgear**

A 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]

3.12**controlled stop**

The stopping of a hoisting machine motion by, for example, reducing the electrical command signal to zero once the stop signal has been recognized by the control but retaining electrical power to the hoisting machine actuators during the stopping process.

3.13**crane**

A machine for hoisting/lowering and horizontally relocating suspended loads.

3.14**crane-disconnector**

A hand-operated disconnecting device installed on a hoisting machine for disconnecting (isolating) a supply circuit (e.g. for repair or maintenance work).

3.15**crane-switch**

A switching device designed to break the electrical power supply to the connected drives (e.g. for use in cases of emergency stop).

3.16**crane-supply-switch**

A disconnecting (isolating) and switching device used to disconnect the hoisting machine from the incoming supply.

3.17**digital**

Operated by the use of discrete signals to represent data in the form of numbers or other characters.

3.18**direct contact**

Contact of persons or livestock with live parts. [IEV 826-03-05]

3.19

canalisation

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

NOTE – Les conduits (voir 3.8), les systèmes de goulottes (voir 3.6) et les canaux enterrés sont des types de canalisations.

3.20

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, sans l'aide d'une clé ou d'un outil et qui est clairement marqué à l'aide de signaux d'avertissement appropriés.

3.21

équipement électronique

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

3.22

zone fermée de service électrique

Local ou emplacement de matériels électriques dont l'accès est destiné à être restreint aux personnes qualifiées ou 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.

3.23

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 CEI 60529, 3.1):

- a) les enveloppes assurent la protection de personnes ou d'animaux domestiques ou d'élevage contre l'accès aux parties dangereuses;
- b) les barrières, formes des ouvertures, ou tous les autres moyens appropriés 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 dans la structure de la machine (par exemple la poutre principale).

3.24

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.

3.25

liaison équipotentielle

Liaison électrique mettant à un même potentiel, ou à des potentiels voisins, des masses ou des éléments conducteurs. [VEI 826-04-09]

3.19**duct**

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

NOTE – Conduits (see 3.8), cable trunking systems (see 3.6) and underfloor channels are types of duct.

3.20**electrical operating area**

A 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.

3.21**electronic equipment**

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

3.22**enclosed electrical operating area**

A 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.

3.23**enclosure**

A 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 hoisting machine or separate from the hoisting machine;
- a compartment consisting of an enclosed space within the hoisting machine structure (e.g. box girder).

3.24**equipment**

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

3.25**equipotential bonding**

Electrical connection putting various exposed conductive parts and extraneous conductive parts at a substantially equal potential. [IEV 826-04-09]

3.26

masse (partie conductrice accessible)

Partie conductrice d'un matériel électrique, susceptible d'être touchée et qui n'est pas normalement sous tension mais qui peut le devenir en cas de défaut.

NOTE – Une partie conductrice d'un matériel qui ne peut être mise sous tension en cas de défaut que par l'intermédiaire d'une masse n'est pas considérée comme une masse. [VEI 826-03-02]

3.27

élément conducteur

Élément susceptible d'introduire un potentiel, généralement celui de la terre, et ne faisant pas partie de l'installation électrique. [VEI 826-03-03]

3.28

défaillance

Cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise.

NOTE 1 – Après une défaillance, l'entité a un défaut.

NOTE 2 – Une défaillance est un passage d'un état à un autre, par opposition à un défaut, 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.

3.29

défaut

Etat d'une entité inapte à accomplir une fonction requise, non comprise l'inaptitude due à la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées, ou due à un manque de moyens extérieurs. [VEI 191-05-01]

NOTE 1 – Un défaut est souvent la conséquence d'une défaillance de l'entité elle-même, mais il 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. Dans le domaine des machines, en français et en allemand on utilise les termes «défaut» et «Fehler» de préférence aux termes «panne» et «Fehlzustand» qui sont donnés avec la même définition.

3.30

protecteur

Élément d'une machine spécifiquement utilisé pour assurer une protection par une barrière physique. Suivant sa construction, un protecteur peut-être un boîtier, un couvercle, un écran, une porte, un protecteur-enveloppe, etc. [voir ISO/TR 12100-1, 3.22, modifié]

3.31

dispositif portable à commande directe

Dispositif de sectionnement à commande manuelle dont l'enveloppe est portable à la main pendant le fonctionnement, agissant directement sur le circuit de puissance de l'appareil de levage.

3.32

danger (phénomène dangereux)

Cause possible de blessure ou de dommage à la santé. [voir ISO/TR 12100-1, 3.5, modifié]

3.33

contact indirect

Contact de personnes ou d'animaux domestiques ou d'élevage avec des masses mises sous tension par suite d'un défaut d'isolement. [VEI 826-03-06]

3.26**exposed conductive part**

A conductive part of electrical equipment, which can be touched and which is not normally live, but which may become live under fault conditions.

NOTE – A conductive part of electrical equipment which can only become live under fault conditions through an exposed conductive part, is not considered to be an exposed conductive part. [IEV 826-03-02]

3.27**extraneous conductive part**

A conductive part not forming part of the electrical installation and liable to introduce a potential, generally the earth potential. [IEV 826-03-03]

3.28**failure**

The 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.

3.29**fault**

The 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. [IEV 191-05-01]

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.

3.30**guard**

Part of a hoisting machine specifically used to provide protection by means of a physical barrier. Depending on its construction, a guard may be called casing, cover, screen, door, enclosing guard, etc. [ISO/TR 12100-1, 3.22, modified]

3.31**hand-held direct-control device**

A manually-operated switching device, the enclosure of which is portable by hand during operation, acting directly on a power circuit.

3.32**hazard**

A source of possible injury or damage to health. [ISO/TR 12100-1, 3.5, modified]

3.33**indirect contact**

Contact of persons or livestock with exposed conductive parts which have become live under fault conditions. [IEV 826-03-06]

3.34

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]

3.35

verrouillage (pour la protection par protecteur)

Arrangement qui interconnecte un ou des protecteurs ou appareils avec le système de commande et/ou tout ou partie de la distribution d'énergie électrique à l'appareil de levage.

3.36

dispositif limiteur

Dispositif qui empêche un appareil de levage ou un de ses éléments de dépasser une limite donnée (par exemple limite dans l'espace, limite de pression, etc.). [ISO/TR 12100-1, 3.23.7]

3.37

partie active

Conducteur ou partie conductrice destinée à être sous tension en service normal, ainsi que le conducteur neutre, mais, par convention, à l'exclusion du conducteur PEN.

NOTE – Ce terme n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique. [VEI 826-03-01]

3.38

actionneur

Mécanisme de puissance utilisé pour animer un appareil de levage.

3.39

machine

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.

Le terme «machine» couvre également un 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.

Le terme «machines» comprend également des 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.

3.40

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.

3.41

conducteur neutre (symbole N)

Conducteur relié au point neutre d'un réseau et pouvant contribuer au transport de l'énergie électrique. [VEI 826-01-03]

3.42

obstacle

Élément empêchant un contact direct fortuit mais ne s'opposant pas à une action délibérée. [VEI 826-03-14]

3.34**(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]

3.35**interlock (for safeguarding)**

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

3.36**limiting device**

A device which prevents a hoisting machine or a hoisting machine element from exceeding a designed limit (e.g. space limit, pressure limit). [ISO/TR 12100-1, 3.23.7]

3.37**live part**

A conductor or conductive part intended to be energized in normal use, including a neutral conductor, but, by convention, not a PEN conductor.

NOTE – This term does not necessarily imply a risk of electric shock [IEV 826-03-01]

3.38**machine actuator**

A power mechanism used to effect motion of any hoisting machine drive.

3.39**machinery (machine)**

An 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.

The term "machinery" also covers an 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.

"Machinery" also means 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.

3.40**marking**

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

3.41**neutral conductor (symbol N)**

A conductor connected to the neutral point of a system and capable of contributing to the transmission of electrical energy. [IEV 826-01-03]

3.42**obstacle**

A part preventing unintentional direct contact, but not preventing direct contact by deliberate action. [IEV 826-03-14]

3.43

surintensité

Tout courant supérieur à la valeur assignée. Pour les conducteurs, la valeur assignée est le courant admissible. [VEI 826-05-06]

3.44

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 1 – Il convient de ne pas utiliser le terme «surcharge» comme un synonyme de «sursurintensité».

NOTE 2 – Pour les appareils de levage, le terme «surcharge» est aussi utilisé pour une surcharge mécanique, laquelle peut entraîner ou non une surcharge électrique.

3.45

ensemble fiche-prise

Prise de courant, prolongateur ou connecteur conformes à la CEI 60309-1.

3.46

manœuvre positive d'ouverture (d'un élément de contact)

Accomplissement de la séparation des contacts résultant directement d'un mouvement de l'organe de commande et effectué au moyen de pièces non élastiques (par exemple sans l'intermédiaire de ressorts). [CEI 60947-5-1, K.2.2]

3.47

circuit de puissance

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

3.48

circuit de protection

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

3.49

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;
- borne principale de terre;
- prise de terre;
- point d'une source mis à la terre ou neutre artificiel.

[VEI 826-04-05]

3.50

redondance

Duplication de dispositifs ou systèmes, ou d'éléments d'un dispositif ou système, visant à garantir que si l'un défaille dans l'exécution de sa fonction, un autre est disponible pour exécuter ladite fonction.

3.51

désignation de référence

Code distinct servant à identifier un élément sur un schéma, une légende, un diagramme et sur le matériel.

3.43**overcurrent**

Any current exceeding the rated value. For conductors, the rated value is the current-carrying capacity. [IEV 826-05-06]

3.44**overload (of a circuit)**

The 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 1 – Overload should not be used as a synonym for overcurrent.

NOTE 2 – In hoisting machines the term "overload" is also used for mechanical overload, which may or may not cause an electrical overload.

3.45**plug/socket combination**

A plug and socket-outlet, a cable coupler, or an appliance coupler, in accordance with IEC 60309-1.

3.46**(positive or direct) opening action (of a contact element)**

The achievement of contact separation as the direct result of a specified movement of the switch actuator through non-resilient members (for example not dependent upon springs). [IEC 60947-5-1, K.2.2]

3.47**power circuit**

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

3.48**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.

3.49**protective conductor**

A 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;
- earth electrode;
- earthed point of the source or artificial neutral.

[IEV 826-04-05]

3.50**redundancy**

The application of more than one device or system, or part of a device or system, with the objective of ensuring that in the event of one failing to perform its function another is available to perform that function.

3.51**reference designation**

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

3.52

risque

combinaison de la probabilité d'occurrence et de la gravité d'une blessure dans une condition dangereuse. [ISO/TR 12100-1]

3.53

mode opératoire sûr

Méthode de travail qui réduit le risque.

3.54

protecteur de sécurité

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

3.55

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.

3.56

plancher de service

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

3.57

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]

3.58

personne qualifiée (en électricité)

Personne ayant des connaissances techniques et une expérience lui permettant de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité. [VEI 826-09-01, modifié]

3.59

appareil de levage standard

Appareil de levage figurant dans le catalogue du constructeur.

3.60

fournisseur

Entité (par exemple fabricant, maître d'œuvre, installateur, intégrateur) qui fournit l'appareillage ou les services associés à l'appareil de levage.

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

3.61

appareil de connexion

Appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques. [VEI 441-14-01]

NOTE – Un appareil de connexion peut réaliser une ou plusieurs de ces actions.

3.62

borne

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

3.52**risk**

A combination of the probability and the degree of possible injury or damage to health in a hazardous situation. [ISO/TR 12100-1]

3.53**safe working procedure**

A method of working that reduces risk.

3.54**safeguard**

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

3.55**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.

3.56**servicing level**

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

3.57**short circuit current**

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

3.58**(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]

3.59**standard hoisting machine**

Hoisting machine which is catalogued by the supplier.

3.60**supplier**

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

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

3.61**switching device**

A 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.

3.62**terminal**

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

3.63

arrêt non contrôlé

Arrêt du mouvement d'un appareil de levage par suppression de la puissance aux actionneurs, tous les freins ou autres dispositifs mécaniques d'arrêt étant actionnés.

3.64

utilisateur

Entité qui utilise l'appareil de levage 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 d'appareils de levage et avec un groupe d'appareils de levage travaillant ensemble de façon coordonnée.

Les risques associés aux phénomènes dangereux relatifs à l'équipement électrique doivent être estimés comme un élément des prescriptions globales pour l'évaluation du risque de l'appareil de levage. 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 l'appareil de levage et à ses équipements.

Les phénomènes dangereux 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 l'appareil de levage;
- des variations ou interruptions dans les sources d'alimentation ainsi que les défauts ou pannes des circuits de puissance conduisant à un dysfonctionnement de l'appareil de levage;
- 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.

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 de prise de conscience.

3.63**uncontrolled stop**

The stopping of hoisting machine motion by removing power to the machine actuators, all brakes and/or other mechanical stopping devices being activated.

3.64**user**

An entity which utilizes the hoisting 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 hoisting machines and with a group of hoisting machines working together in a co-ordinated manner.

The risks associated with the hazards relevant to the electrical equipment shall be assessed as part of the overall requirements for risk assessment of the hoisting 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 hoisting 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 hoisting machine;
- disturbances or disruptions in power sources as well as failures or faults in the power circuits resulting in the malfunctioning of the hoisting 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.

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.

L'utilisation du questionnaire présenté dans l'annexe A 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 électrique. Ces prescriptions complémentaires visent à

- fournir les caractéristiques supplémentaires qui dépendent du type d'appareil de levage (ou groupe d'appareils de levage) et de l'application;
- faciliter la maintenance et la réparation; et
- améliorer la fiabilité et la facilité de fonctionnement.

NOTE – L'utilisation de l'annexe A n'est pas applicable dans le cas d'appareil de levage standard, une information appropriée étant donnée dans le catalogue du constructeur pour l'utilisateur.

4.2 Choix des matériels

4.2.1 Généralités

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.

4.2.2 Choix des contacteurs de puissance

Les contacteurs et leurs dispositifs de protection associés contre les surintensités doivent être du type «2» selon la CEI 60947-4-1, 7.2.5.1.

Les contacteurs qui réalisent la fonction d'arrêt d'entraînements initiés par des circuits de commande relatifs à la sécurité doivent être choisis et combinés avec d'autres appareils de manière que soit aucun soudage de contact ne se produise, soit la fonction d'arrêt d'urgence ne soit pas perturbée. Il est recommandé de suivre les recommandations du constructeur (voir aussi 7.2.9).

NOTE – Pour les contacteurs commandant directement des mouvements et devant fonctionner un grand nombre de fois, la prescription minimale de 3 millions de cycles de fonctionnement mécanique est recommandée (voir annexe A, point 30 et la CEI 60947-4-1, 2.2.23).

4.3 Alimentation électrique

4.3.1 Généralités

L'équipement électrique doit être prévu pour fonctionner convenablement dans les conditions d'alimentation à l'origine de l'installation (par exemple l'interrupteur d'alimentation de la grue, voir la figure 3), comme cela est spécifié:

- en 4.3.2 ou en 4.3.3, ou
- par l'utilisateur (voir annexe A) ou
- par le fournisseur dans le cas de source particulière telle que le générateur embarqué traité en 4.3.4.

The use of the inquiry form as shown in annex A of this part of IEC 60204 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 electrical equipment. Those additional requirements are to:

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

NOTE – The use of annex A is not applicable in the case of standard hoisting machines; relevant information for the user being given in the supplier's catalogue.

4.2 Selection of equipment

4.2.1 General

Electrical components and devices shall be suitable for their intended use and shall conform to relevant IEC standards where such exist.

4.2.2 Selection of power contactors

The contactors with their associated short circuit protective devices shall have type "2" co-ordination in accordance with IEC 60947-4-1, 7.2.5.1.

Contactors which perform the stopping function of motion drives, initiated by safety-related control circuits, shall be selected and arranged with other equipment in such a way that contact welding either will not occur or will not prevent the emergency stop function. The supplier's recommendations should be followed (see also 7.2.9).

NOTE – Contactors directly controlling motions and demanding a great number of contactor operations should have a mechanical life of at least 3 million operating cycles. (See annex A, item 30 and IEC 60947-4-1, 2.2.23).

4.3 Electrical supply

4.3.1 General

The electrical equipment shall be designed to operate correctly with the conditions of the supply at the point of supply (i.e. at the crane-supply-switch, see figure 3):

- as specified in 4.3.2 or 4.3.3; or
- as otherwise specified by the user (see annex A); or
- as specified by the supplier in the case of a special source of supply such as an on-board generator in 4.3.4.

4.3.2 Alimentations en courant alternatif (AC)

Tension	Tension permanente: 0,9 ... 1,1 de la valeur nominale. NOTE – Pour certaines applications (par exemple grands transconteneurs) et après accord avec l'utilisateur, le domaine de tension peut être réduit à 0,95...1,05 fois la tension nominale au point d'alimentation (par exemple à l'interrupteur d'alimentation de grue, voir figure 3).
Fréquence	0,99 ... 1,01 de la valeur nominale de façon continue. 0,98 ... 1,02 sur une courte période. NOTE – La valeur d'une courte période peut être spécifiée par l'utilisateur (voir annexe A).
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 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. NOTE – Pour des convertisseurs de mouvement avec boucle de retour, des coupures de tension inférieures ou égales à 3 ms peuvent entraîner des conceptions et la fusion de fusibles.
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.

4.3.3 Alimentations en courant continu (DC)

Par piles ou batteries:

Tension	0,85 ... 1,15 de la tension nominale; 0,7 ... 1,2 de la tension nominale dans le cas de véhicules électriques.
Coupure de tension	Inférieure à 5 ms.

Par convertisseur:

Tension	0,9 ... 1,1 de la tension nominale.
Coupure de tension	N'excédant pas 20 ms. Il doit s'écouler plus de 1 s entre les interruptions successives.

Ondulation (de pic à pic) N'excédant pas 0,15 fois la tension nominale.

NOTE – Cela diffère du *Guide 106* de la CEI, afin de garantir un fonctionnement correct de l'équipement électronique.

4.3.2 AC supplies

Voltage	Steady state voltage: 0,9 ... 1,1 of nominal voltage NOTE – For certain applications (e. g. large container cranes), and by agreement with the user, the voltage range may be reduced to 0,95 ... 1,05 of nominal voltage at the point of supply (i.e. at the crane-supply-switch, see figure 3).
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 A).
Harmonics	Harmonic distortion not to exceed 10 % of the total r.m.s. voltage between live conductors for the sum of the second to fifth harmonic. An additional 2 % of the total r.m.s. voltage between live conductors for the sum of the sixth to 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. NOTE – In some converter-drives with power feedback, voltage interruptions as short as 3 ms or less may cause conduction-through and fuse blowing.
Voltage dips	Voltage dips shall not exceed 20 % of the peak voltage of the supply for more than one cycle. There shall be more than 1 s between successive dips.

4.3.3 DC supplies

From batteries:

Voltage	0,85 ... 1,15 of nominal voltage; 0,7 ... 1,2 of nominal voltage in the case of battery-operated vehicles.
Voltage interruption	not exceeding 5 ms.

From converting equipment:

Voltage	0,9 ... 1,1 of nominal voltage.
Voltage interruption	Not exceeding 20 ms. There shall be more than 1 s between successive interruptions.
Ripple (peak-to-peak)	Not exceeding 0,15 of nominal voltage.

NOTE – This is a variation to IEC *Guide 106* to ensure proper operation of electronic equipment.

4.3.4 Source de puissance embarquée

Pour des alimentations spécifiques telles que les générateurs embarqués, les limites données en 4.3.2 et en 4.3.3 peuvent être dépassées si l'équipement est conçu pour fonctionner correctement dans ces conditions.

Pour des réseaux d'alimentation alternatifs, des moyens doivent être prévus pour couper automatiquement l'alimentation si

- la tension d'alimentation n'est pas dans le domaine 0,85...1,1 de la tension nominale;
- la fréquence n'est pas dans le domaine 0,95...1,05 de la fréquence nominale.

4.4 Environnement physique et conditions de fonctionnement

4.4.1 Généralités

L'appareillage électrique doit convenir à l'utilisation dans l'environnement physique et les conditions de fonctionnement spécifiés de 4.4.2 à 4.4.8. Lorsque l'environnement physique ou les conditions de fonctionnement diffèrent de ceux spécifiés ci-dessous, un accord peut-être nécessaire entre le fournisseur et l'utilisateur (voir annexe A).

4.4.2 Compatibilité électromagnétique

L'équipement ne doit pas engendrer de perturbations électromagnétiques de niveau supérieur à celui approprié aux emplacements prévus pour son utilisation. De plus, l'équipement doit présenter un niveau d'immunité approprié aux perturbations électromagnétiques de manière qu'il puisse fonctionner correctement dans l'environnement prévu.

NOTE 1 – Les Normes européennes EN 50081 et EN 50082-2 donnent des limites générales d'émission et d'immunité CEM. Ces prescriptions sont à l'étude dans le TC 77 de la CEI et le CISPR.

NOTE 2 – Des normes de produits (par exemple la CEI 60439-1) peuvent donner des prescriptions CEM plus spécifiques.

Les perturbations peuvent être limitées par

- suppression à la source en utilisant des composants passifs tels que capacités, varistances, diodes, diodes Zener, varistances ou des composants actifs, ou une combinaison de ceux-ci; ou
- blindage du matériel par une enveloppe conductrice équipotentielle pour le séparer des autres équipements.

Les effets indésirables des décharges électrostatiques, l'énergie électromagnétique rayonnée et les perturbations transmises par le réseau doivent être évités par exemple par l'utilisation de filtres appropriés, de temporisations, de certains niveaux de puissance choisis, de méthodes ou de pratiques de câblage convenables.

Les mesures pour réduire les effets des perturbations sur l'équipement incluent ce qui suit:

- des liaisons à un potentiel de référence: chaque circuit est connecté à une borne du plan de masse (châssis) (voir figure 4), lequel est relié à la terre par des conducteurs isolés de section élevée (par exemple minimum de 6 mm² de classe de type 6 selon le tableau B.4);
- l'interconnexion des parties structurelles conductrices de l'équipement: les parties structurelles conductrices sont reliées à un point commun par des conducteurs de section élevée aussi courts que possible. Les parties conductrices reliées aux enveloppes par des contacts glissants ou des charnières sont aussi connectées par des tresses de section élevée (voir aussi 8.3.3 et la figure 4);

4.3.4 On-board power supply

For special supply systems such as on-board generators, the limits given in 4.3.2 and 4.3.3 may be exceeded provided that the equipment is designed to operate correctly with those conditions.

For AC power supply systems, means shall be provided to switch off the power supply automatically when:

- the supply voltage is not within 0,85 ... 1,1 of nominal voltage;
- the frequency is not within 0,95 ... 1,05 of nominal frequency.

4.4 Physical environment and operating conditions

4.4.1 General

The electrical equipment shall be suitable for use in the physical environment and operating conditions specified in 4.4.2 to 4.4.8. 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 A).

4.4.2 Electromagnetic compatibility (EMC)

The equipment shall not generate electromagnetic disturbances above levels that are appropriate for its intended places of use. In addition, the equipment shall have an adequate level of immunity to electromagnetic disturbances so that it can operate correctly in its intended environment.

NOTE 1 – European standards EN 50081 and EN 50082-2 give general EMC emission and immunity limits. Those requirements are also under consideration by IEC TC 77 and CISPR.

NOTE 2 – Product standards (e.g. IEC 60439-1) may give more specific EMC requirements.

Generated disturbances can be limited by:

- suppression at the source by using capacitors, inductors, diodes, Zener diodes, varistors or active devices, or a combination of these components; or
- screening of the equipment in a bonded electrically conductive enclosure to provide segregation from other equipment.

Undesirable effects of electrostatic discharge, radiated electromagnetic energy and mains borne disturbances shall be avoided, for example by the use of appropriate filters and time delays, a choice of certain power levels, and the use of suitable wiring types and practices.

Measures that can be used to reduce the effects of disturbances on equipment include the following:

- connections of circuits to a reference potential: each circuit is connected to a terminal on a ground plane (chassis) (see figure 4) that is connected to earth using an insulated conductor of large cross-sectional area (e.g. a minimum area of 6 mm² of type class 6 in accordance with table B.4);
- interconnections of conductive structural parts of the equipment: conductive structural parts are connected to a common point using conductors of large cross-sectional area that are as short as is possible. Conductive parts connected to the equipment enclosure via sliding contacts or hinges are also connected to that enclosure using large section braided conductors (see also 8.3.3 and figure 4);

- la mise en œuvre du câblage: utilisation d'écrans électrostatiques, de blindages électromagnétiques, de fils torsadés et de l'orientation des câbles (par exemple croisement selon un angle aussi proche que possible de 90°), ou disposition des liaisons parallèlement au plan de masse pour minimiser les perturbations par les câbles de puissance des câbles de commande à bas niveau; et
- la séparation des équipements: séparation et/ou blindage des équipements sensibles, (par exemple les éléments travaillant par impulsions et/ou à bas niveau) des équipements de connexion (tels que les relais électromagnétiques, thyristors etc.), séparation du câblage à bas niveau des câbles de puissance et de commande.

4.4.3 Température ambiante de l'air

L'équipement électrique doit pouvoir fonctionner correctement à la température d'air ambiant prévue. Les prescriptions minimales pour tous les équipements électriques correspondent à un fonctionnement correct pour une température comprise entre 0 °C et +40 °C. Pour des environnements à température très élevée (par exemple climats chauds, aciéries, papeteries) et pour des environnements froids, des prescriptions complémentaires peuvent être nécessaires (voir annexe A).

4.4.4 Humidité

L'équipement électrique doit pouvoir fonctionner correctement en présence d'une humidité relative ne dépassant pas 50 % à une température maximale de +40 °C. Une humidité relative supérieure peut être admise pour des températures plus faibles, (par exemple 90 % à 20 °C).

Les effets gênants d'une condensation occasionnelle doivent être évités par une conception appropriée du matériel et/ou, si nécessaire, par des mesures complémentaires appropriées (par exemple chauffage ou conditionnement de l'air incorporé, trous d'évacuation).

4.4.5 Altitude

Les équipements électriques doivent pouvoir fonctionner correctement jusqu'à une altitude de 1 000 m au-dessus du niveau moyen de la mer.

4.4.6 Agents de pollution

L'équipement électrique doit être protégé contre les entrées de corps solides ou de liquides (voir 12.3).

Il convient de vérifier l'adéquation de l'équipement électrique si des polluants (par exemple poussières, acides, gaz corrosifs, sels) sont présents dans l'environnement où l'équipement électrique doit être installé (voir annexe A).

4.4.7 Rayonnements ionisants et non ionisants

Dans le cas où l'équipement est soumis à des rayonnements, (par exemple micro-ondes, UV, laser, rayon X), des mesures complémentaires doivent être prises pour éviter les mauvais fonctionnements ou la détérioration des isolants. Un accord particulier entre le fournisseur et l'utilisateur peut être nécessaire (voir annexe A).

4.4.8 Vibrations, chocs et coups

Les effets indésirables des vibrations, chocs et coups (aussi bien générés par l'appareil de levage et son appareillage associé que créés par l'environnement physique) doivent être évités par le choix d'un équipement approprié, par son montage loin des sources de vibration, par l'utilisation d'accessoires de montage anti-vibratoires. Un accord particulier entre le fournisseur et l'utilisateur peut être nécessaire (voir annexe A).

- wiring practices: using electrostatic screens, electromagnetic shields, twisted conductors, and cable orientation (i.e. crossing cable runs at as near to 90° as is practicable), or running the conductors parallel to and as close as is practicable to the ground-plane, to minimize the disturbances from power cables to low level control wiring; and
- separation of equipment: separating and/or shielding sensitive equipment (e.g. units working with pulses and/or at low signal levels) from switching equipment (e.g. electromagnetic relays, thyristors); separating low level signal wiring from control and power cables.

4.4.3 Ambient air temperature

Electrical equipment shall be capable of operating correctly in the intended ambient air temperature. The minimum requirement for all electrical equipment is correct operation between air temperatures of 0 °C and +40 °C. For very hot environments (e.g. hot climates, steel mills, paper mills) and for cold environments, extra requirements may be necessary (see annex A).

4.4.4 Humidity

The electrical equipment shall be capable of operating correctly when the relative humidity does not exceed 50 % at a maximum temperature of +40 °C. Higher relative humidities may be permitted at lower temperatures (e.g. 90 % at 20 °C).

Harmful effects of occasional condensation shall be avoided by proper design of the equipment or, where necessary, by proper additional measures (e.g. built-in heaters, air conditioners, drain holes).

4.4.5 Altitude

Electrical equipment shall be capable of operating correctly at altitudes up to 1 000 m above mean sea level.

4.4.6 Contaminants

Electrical equipment shall be adequately protected against the ingress of solid bodies and liquids (see 12.3).

Consideration should be given to the suitability of the electrical equipment where contaminants (e.g. dust, acids, corrosive gases, salt) are present in the physical environment in which the electrical equipment is to be installed (see annex A).

4.4.7 Ionizing and non-ionizing radiation

When equipment is subject to radiation (e.g. microwave, ultraviolet, lasers, X-rays), additional measures shall be taken to avoid malfunctioning of the equipment and accelerated deterioration of the insulation. A special agreement may be necessary between the supplier and the user (see annex A).

4.4.8 Vibration, shock, and bump

Undesirable effects of vibration, shock and bump (including those generated by the hoisting machine and its associated equipment and those created by the physical environment) shall be avoided by the selection of suitable equipment, by mounting it away from sources of vibration, or by the use of antivibration mountings. A special agreement may be necessary between the supplier and the user (see annex A).

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 pour 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 l'appareil de levage pour le transport, ou indépendants de celui-ci, doivent être munis de moyens convenables pour la manutention par grue ou équipement similaire (voir aussi 14.4.6).

4.7 Installation et fonctionnement

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

5 Bornes des conducteurs d'alimentation et appareils de coupure et de sectionnement

5.1 Bornes des conducteurs d'alimentation

Il est recommandé, lorsque cela est possible, que l'équipement électrique d'un appareil de levage soit raccordé à une source d'alimentation unique. S'il est nécessaire d'utiliser une autre source d'alimentation pour certaines parties de l'équipement (circuit électronique, embrayage électromagnétique, etc.), il convient que cette alimentation soit autant que possible dérivée d'appareils (tels que les transformateurs, convertisseurs, etc.) faisant partie de l'équipement électrique de l'appareil de levage. Pour des appareils de levage complexes, il peut exister plusieurs alimentations (voir aussi 5.3.5.1).

A l'exception des cas où l'appareil de levage est équipé d'une prise de courant pour le raccordement à l'alimentation (voir 5.3.2 d)), il est recommandé que les conducteurs de l'alimentation se terminent à l'interrupteur d'alimentation de grue. Si cela n'est pas possible, des bornes séparées doivent être prévues.

Si un conducteur neutre est utilisé, cela doit être clairement indiqué dans le dossier technique de l'appareil de levage, par exemple dans le schéma d'installation et le schéma des circuits, et une borne isolée particulière, marquée N, doit être prévue pour le raccordement du conducteur neutre (voir aussi annexe A).

Il ne doit pas y avoir raccordement entre le neutre et le circuit de protection à l'intérieur de l'équipement électrique, ni usage de conducteur combiné PEN.

Exception: Le schéma TN-C-S peut être utilisé dans le cas de certains appareils de levage complexes, si ils sont conformes à 13.8.2, à la CEI 60364-3, 312.2, figure 31B.

Toutes les bornes pour le raccordement de l'alimentation doivent être clairement identifiées en accord avec la CEI 60445. Pour l'identification de la borne du conducteur de protection externe (PE), voir 5.2.

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 hoisting machine for transport, or that is independent of the hoisting machine, shall be provided with suitable means for handling by cranes or similar equipment (see also 14.4.6).

4.7 Installation and operation

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

5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off

5.1 Incoming supply conductor terminations

It is recommended that, where practicable, the electrical equipment of a hoisting machine should be connected to a single power supply. Where it is necessary to use another supply for certain parts of the equipment (e.g. electronic circuits, electromagnetic clutches), that supply should be derived, as far as is possible, from devices (e.g. transformers, converters) forming part of the electrical equipment of the hoisting machine. For large complex hoisting machines, there may be a need for more than one incoming supply (see 5.3.5.1).

Unless a plug is provided with the hoisting machine for the connection to the supply (see 5.3.2 d)), it is recommended that the supply conductors are terminated at the crane-supply-switch. When that is not practicable, separate terminations shall be provided.

Where a neutral conductor is used it shall be clearly indicated in the technical documentation of the hoisting machine, such as in the installation diagram and in the circuit diagram, and a separate insulated terminal, labelled N, shall be provided for the neutral conductor (see also annex A).

There shall be no connection between the neutral conductor and the protective bonding circuit inside the electrical equipment, nor shall a combined PEN terminal be used.

Exception: TN-C-S systems may be used in the case of certain complex hoisting machines, provided they are in accordance with 13.8.2 and IEC 60364-3, 312.2, figure 31B.

All terminals for the incoming supply connection shall be clearly identified in accordance with IEC 60445. For the identification of the external protective conductor terminal, see 5.2.

5.2 Borne du conducteur de protection externe

Pour chaque source d'alimentation, une borne pour brancher le conducteur de protection externe doit être prévue à proximité des bornes des conducteurs de phase associées (voir 8.2.1) pour le raccordement de l'appareil de levage à l'installation externe de protection ou au conducteur externe de protection, selon le type d'alimentation et conformément aux normes appropriées.

La borne doit être d'une taille suffisante pour permettre le raccordement d'un conducteur externe en cuivre de section conforme au tableau 1.

Tableau 1 – Section minimale du conducteur de protection externe en cuivre

Section des conducteurs de phase de l'installation S mm ²	Section minimale du conducteur de protection externe S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Si le conducteur n'est pas en cuivre, la taille de la borne doit être choisie en conséquence (voir aussi 8.2.2).

Pour chaque entrée d'alimentation, la borne du conducteur du circuit de protection externe doit être identifiée par un marquage avec les lettres PE (voir CEI 60445), de façon à éviter toute confusion au(x) point(s) de raccordement entre l'appareil de levage et l'installation fixe.

Les autres bornes utilisées pour le raccordement des composants ou sous-ensembles de l'appareil de levage à son circuit de protection doivent être désignées soit par le symbole 60417-2-IEC-5019



soit par les lettres PE, le symbole graphique étant préféré ou par la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE.

5.3 Dispositif de sectionnement et de coupure de l'alimentation

5.3.1 Généralités

Les fonctions de la coupure de l'alimentation et/ou du sectionnement sont réalisées par les dispositifs suivants:

- l'interrupteur d'alimentation de grue (voir 5.3.5);
- le sectionneur de grue (voir 5.3.6);
- l'interrupteur de grue (voir 5.3.7).

(Voir aussi la figure 3)

5.2 Terminal for connection to the external protective earthing system

For each incoming supply, a terminal shall be provided in the vicinity of the associated phase conductor terminals (see 8.2.1) for connection of the hoisting machine to the external protective earthing system or to the external protective conductor, depending upon the supply distribution system, and in accordance with the relevant installation standards.

The terminal shall be of such a size as to enable the connection of an external protective copper conductor with a cross-sectional area in accordance with table 1.

Table 1 – Minimum cross-sectional area of the external protective copper conductor

Cross-sectional area of phase conductors supplying the equipment S mm ²	Minimum cross-sectional area of the external protective copper conductor S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Where an external protective conductor of a material other than copper is used, the terminal size shall be selected accordingly (see also 8.2.2).

At each incoming supply point, the terminal for the external protective conductor shall be identified by marking with the letters PE (see IEC 60445), in order to avoid confusion at the point(s) of connection between hoisting machine and fixed installation.

The other terminals used for the connection of hoisting machine components or sub-assemblies to the protective bonding circuit of the hoisting machine shall be identified either by the graphic symbol 60417-2-IEC-5019



or with the letters PE, the graphical symbol being preferred, or by use of the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.

5.3 Supply disconnecting (isolating) and switching devices

5.3.1 General

The functions of supply disconnection and/or switching are performed by the following devices:

- crane-supply-switch (see 5.3.5);
- crane-disconnector (see 5.3.6);
- crane-switch (see 5.3.7).

(See also figure 3)

5.3.2 Type

Les dispositifs de sectionnement ou de coupure de l'alimentation peuvent être l'un des suivants:

- a) un interrupteur-sectionneur, avec ou sans fusible, conforme à la CEI 60947-3 tableau III, de catégorie d'emploi AC-23B ou DC-23B (voir aussi la CEI 60947-3, 8.3.5);
- b) un sectionneur avec ou sans fusible, conformément à la CEI 60947-3, équipé d'un contact auxiliaire provoquant dans tous les cas la coupure du circuit de charge par le ou les appareils de connexion avant l'ouverture des contacts principaux du sectionneur;
- c) un disjoncteur apte au sectionnement conformément à la CEI 60947-2;
- d) un ensemble fiche-prise pour un appareil de levage dont les caractéristiques assignées ne dépassent pas 16 A pour le courant et 3 kW pour la puissance totale;
- e) une prise de courant ou un connecteur (voir 3.45) pour un câble souple (par exemple enroulé, groupé) alimentant un appareil de levage dans les conditions suivantes:
 - il ne doit pas être possible de raccorder ou de déconnecter en charge une prise de courant ou un connecteur sans pouvoir de coupure;
 - la prise de courant ou le connecteur doit être raccordé de façon que le côté raccordé à la source présente un degré de protection au moins égal à IP2X ou IPXXB.

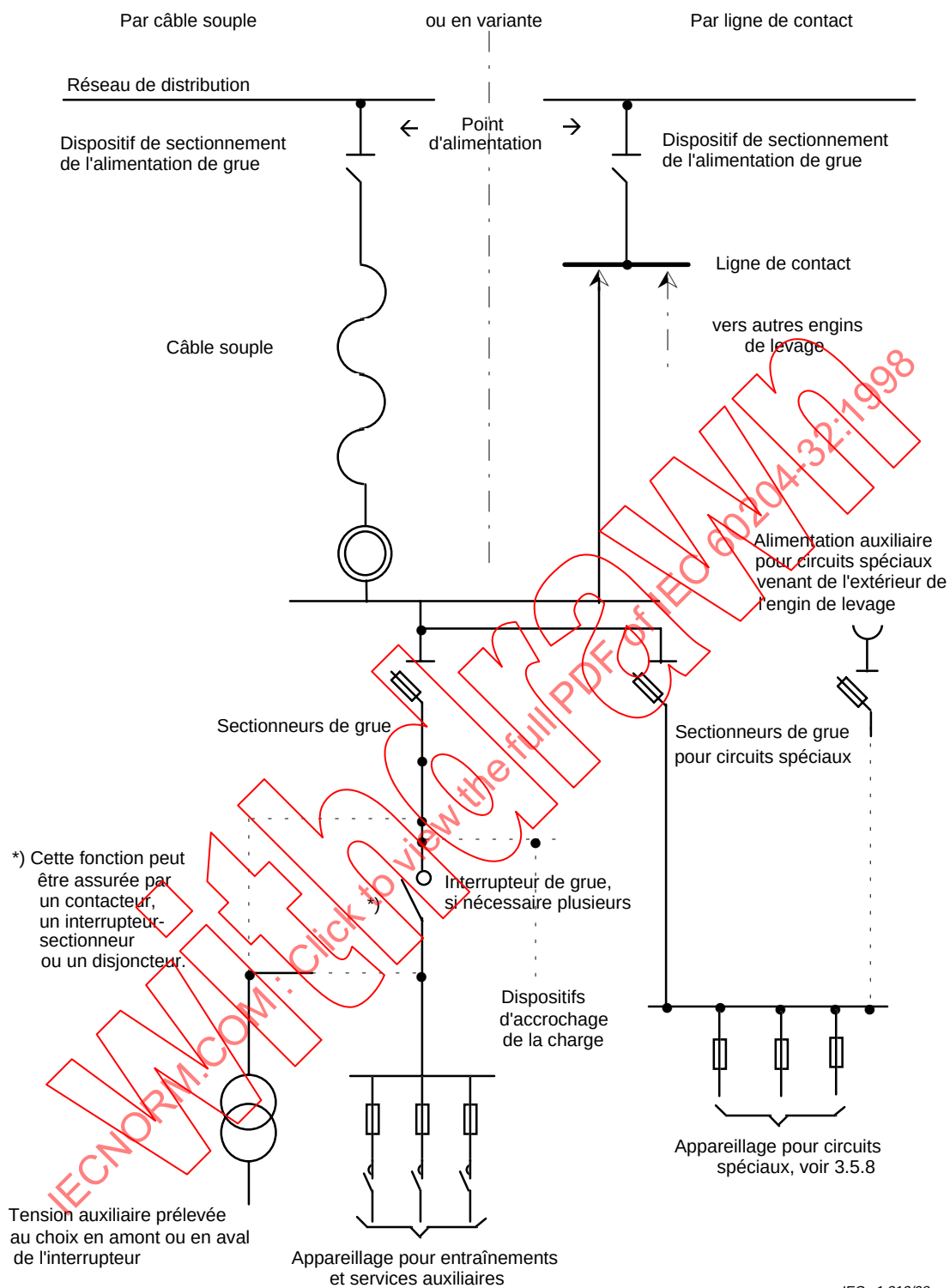
Si une prise de courant avec pouvoir de coupure est utilisée comme interrupteur d'alimentation de grue, les prescriptions de 5.3.5.3 doivent être appliquées (voir aussi 14.4.5).

5.3.2 Type

The supply disconnecting and switching devices can be one of the following types:

- a) a switch-disconnector, with or without fuses, in accordance with IEC 60947-3 table III, utilization category AC-23B or DC-23B (see also IEC 60947-3, 8.3.5);
- b) a disconnector, with or without fuses, in accordance with IEC 60947-3, that has an auxiliary contact that in all cases causes switching devices to break the load circuit before the opening of the main contacts of the disconnector;
- c) a circuit-breaker suitable for isolation in accordance with IEC 60947-2;
- d) a plug/socket combination for a hoisting machine with a rated current not exceeding 16 A and a total power rating not exceeding 3 kW;
- e) a plug and socket-outlet or an appliance coupler (see 3.45) for a flexible cable supply (e.g. reeled, festooned) to a hoisting machine under the following conditions:
 - it shall not be possible to connect or disconnect a plug and socket-outlet or an appliance coupler, without breaking capacity, during load conditions;
 - the plug and socket-outlet or the appliance coupler shall be so connected that the part connected to the incoming supply is that which is protected to at least IP2X or IPXXB.

Where a plug/socket combination with breaking capacity is used as a crane-supply-switch, the requirements of 5.3.5.3 shall apply (see also 14.4.5).



IEC 1 312/98

Figure 3 – Exemples de réseau d'alimentation électrique

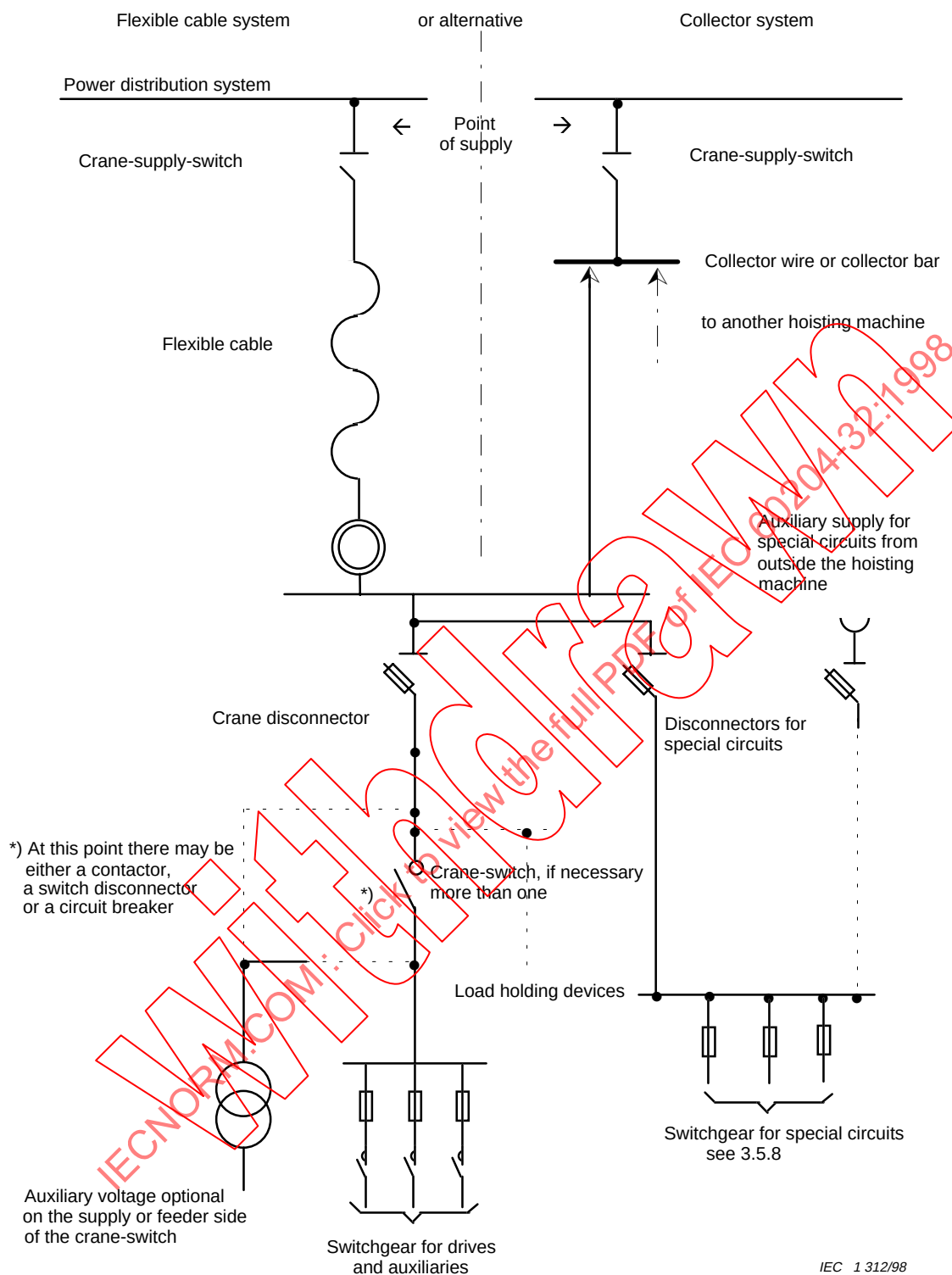


Figure 3 – Examples of electrical supply systems

5.3.3 Spécifications

Quand un dispositif de sectionnement ou de coupure d'alimentation est de l'un des trois premiers types définis en 5.3.2 (interrupteur-sectionneur, sectionneur utilisé combiné à des appareils de connexion ou disjoncteur), il doit répondre à toutes les prescriptions suivantes:

- séparer l'équipement électrique de l'alimentation et ne posséder qu'une position MISE HORS TENSION et une position MISE SOUS TENSION, clairement repérées par «O» et «I» (symboles 60417-2-IEC-5008 et 60417-2-IEC-5007, voir 10.2.2), avec des directions de manoeuvre conformes à la CEI 60447. Les coupe-circuit qui, en outre, ont une position de réarmement (déclenché) entre «O» et «I» sont aussi réputés satisfaire à cette exigence;
- comporter une ouverture visible ou un indicateur de position qui ne puisse indiquer la position MISE HORS TENSION que si tous les contacts sont effectivement ouverts et séparés par une distance de sectionnement conforme à la CEI 60947-3;
- être équipé d'un organe de manoeuvre extérieur (par exemple poignée) (**exception:** un disjoncteur manoeuvré par une énergie extérieure n'a pas besoin d'être manoeuvré à l'extérieur de l'enveloppe s'il existe d'autres moyens pour l'ouvrir). Les couleurs NOIR ou GRIS sont recommandées pour la poignée (**exception:** voir 10.7.4);
- pouvoir être verrouillé en position MISE HORS TENSION (par exemple à l'aide de cadenas). Lorsqu'il est ainsi verrouillé, une fermeture à distance ou locale doit être empêchée;
- couper tous les conducteurs actifs de son alimentation. Cependant, dans le schéma TN, le conducteur neutre peut être sectionné ou non. Noter que dans certains pays, la coupure du neutre (s'il est utilisé) est obligatoire;
- 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.

5.3.4 Poignée de commande

La poignée du dispositif de sectionnement et de coupure de l'alimentation doit être facile à atteindre et située entre 0,6 m et 1,9 m au-dessus du plancher de service. La valeur préférentielle pour la hauteur maximale est de 1,7 m.

5.3.5 Interrupteur d'alimentation de grue

NOTE – Ce paragraphe n'est pas applicable aux appareils de levage avec alimentations embarquées et sans alimentation de remplacement issue de l'extérieur.

5.3.5.1 Généralités

Des interrupteurs d'alimentation de grue doivent être prévus pour

- le sectionnement des conducteurs, barres ou câbles auxquels le ou les appareils de levage sont connectés à l'alimentation entrante pour des travaux de réparation et de maintenance (par exemple les conducteurs alimentant l'appareil de levage), et si cela est prescrit pour
- l'arrêt d'urgence et/ou la coupure d'urgence (voir 9.2.5.4).

Si plus d'une alimentation est utilisée, un interrupteur d'alimentation de grue doit être prévu pour chaque alimentation avec des dispositifs d'interverrouillage pour assurer un fonctionnement correct.

Pour les interrupteurs d'alimentation de grues, les prescriptions de 5.6 doivent être applicables, si approprié.

5.3.3 Requirements

When a supply disconnecting and switching device is one of the first three types specified in 5.3.2 (i.e. a switch-disconnector, a disconnector used in combination with switching devices, or a circuit-breaker), it shall fulfil all of the following requirements:

- isolate the electrical equipment from the supply and have one OFF (isolated) and one ON position only, clearly marked with "O" and "I" (symbols 60417-2-IEC-5008 and 60417-2-IEC-5007, see 10.2.2), with the actuating directions in accordance with IEC 60447. Circuit-breakers that, in addition, have a reset (tripped) position between "O" and "I" are also deemed to satisfy this requirement;
- have a visible gap or a position indicator which cannot indicate OFF (isolated) until all contacts are actually open and there is an adequate isolating distance between all the contacts in accordance with IEC 60947-3;
- have an external operating means (e.g. handle), (**exception:** power operated switchgear need not be operable from outside the enclosure when there are other means to open it). The handle should be BLACK or GREY (**exception:** see 10.7.4);
- be provided with a means permitting it to be locked in the OFF (isolated) position (e.g. by padlocks). When so locked, remote as well as local closing shall be prevented;
- disconnect all live conductors of its power supply circuit. However, for TN supply systems, the neutral conductor may or may not be disconnected. It is noted that in some countries, disconnection of the neutral conductor (when used) is compulsory;
- 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.

5.3.4 Operating handle

The handle of a supply disconnecting and switching device shall be easily accessible and located between 0,6 m and 1,9 m above the servicing level. An upper limit of 1,7 m is recommended.

5.3.5 Crane-supply-switch

NOTE – This subclause does not apply to hoisting machines having on-board power-supplies and without an alternative power-supply from the outside.

5.3.5.1 General

Crane-supply-switches shall be provided:

- for disconnecting (isolating) the collector wires or collector bars or cables to which the hoisting machine(s) is connected from the incoming supply for repair and maintenance works (e.g. on the collector wires to the hoisting machine(s)); and
- where required for emergency stop and/or emergency switching off (see 9.2.5.4).

Where two or more incoming supplies are used, a crane-supply-switch shall be provided for each supply, together with protective interlocks to ensure their correct operation.

The requirements of 5.6 shall apply as appropriate to crane-supply-switches.

5.3.5.2 Type

L'interrupteur d'alimentation de grue doit être de l'un des types spécifiés en 5.3.2.

Dans le cas d'appareils de levage sur des chantiers, l'équipement de l'armoire de distribution de chantier peut être utilisé pour réaliser la fonction de l'interrupteur d'alimentation de grue. Les prescriptions de 5.6 doivent être satisfaites par verrouillage sans considérer si le moyen de sectionnement est sous surveillance immédiate.

5.3.5.3 Prescriptions

Dans le cas d'un appareil de levage unique, la capacité de freinage doit être suffisante pour interrompre la somme du courant de crête de l'entraînement le plus important et des courants d'emploi des autres entraînements pouvant fonctionner au même moment.

NOTE – S'il existe plus d'un appareil de levage alimenté par la même alimentation, selon les conditions de service données, un facteur approprié de simultanéité peut être utilisé.

Si l'interrupteur d'alimentation de grue réalise la fonction d'arrêt d'urgence conformément à 9.2.5.4.3, il doit pouvoir être ouvert (à distance ou directement) à partir d'un emplacement accessible proche de l'appareil de levage.

La refermeture de l'interrupteur d'alimentation de grue après une commande d'urgence commandée à distance ne doit être possible qu'après réarmement du ou des dispositifs de commande d'urgence.

Si un conducteur ou une barre est alimenté par plusieurs sectionneurs d'alimentation de grue en parallèle sur l'alimentation, ils doivent être pourvus de verrouillages de protection pour assurer leur fonctionnement correct.

L'interrupteur d'alimentation de grue ou sa cabine de commande utilisé pour alimenter un conducteur nu ou une barre est, de préférence, situé de manière que le conducteur ou la barre soit essentiellement visible de l'emplacement de commande.

Les prescriptions ci-dessus peuvent être aussi applicables dans des cas particuliers, par exemple si

- il existe deux alimentations constituées de conducteurs, de barres ou de collecteurs, chacune pouvant alimenter les appareils de levage, ou
- un conducteur principal est constitué de deux conducteurs isolés.

Dans les cas où ces prescriptions ne sont pas appropriées, la sécurité doit être assurée par d'autres moyens.

5.3.6 Sectionneur de grue

5.3.6.1 Généralités

Un appareil de levage doit être équipé d'un sectionneur de grue qui permet le sectionnement de l'installation pour des raisons d'entretien et de travaux et pour empêcher un démarrage intempestif lors des travaux sur l'appareil de levage, à l'exception des circonstances suivantes:

- un sectionneur de grue n'est pas prescrit s'il n'existe pas de connexions et de dérivations dans la canalisation entre l'emplacement de ce sectionneur et l'interrupteur de grue spécifié en 5.3.7, si l'interrupteur réalise la fonction de sectionnement de grue et satisfait aux prescriptions de 5.6;

5.3.5.2 Type

The crane-supply-switch shall be one of the types specified in 5.3.2.

In the case of hoisting machines on building sites, equipment on the site distribution board may be used to achieve the function of the crane-supply-switch. The requirement of 5.6 shall be fulfilled by locking regardless of whether or not the disconnecting means is under immediate supervision.

5.3.5.3 Requirements

In the case of a single hoisting machine, the breaking capacity shall be sufficient to switch off the sum of the maximum current in locked rotor condition of the largest drive and the normal running currents of the other drives that can be operating at the same time.

NOTE – If there is more than one hoisting machine on one common power supply according to the given service conditions, a proven diversity factor may be used.

If the crane-supply-switch performs the emergency switching off function according to 9.2.5.4.3, it shall be capable of being opened (remotely or directly) from an easily accessible place(s) close to the hoisting machine.

The reconnection of a crane-supply-switch that has been remotely operated by an emergency switching off device shall only be possible after the resetting of the emergency switching off device(s).

Where a collector wire or collector bar is fed by several crane-supply-switches connected in parallel, they shall be provided with protective interlocks to ensure their correct operation.

It is recommended that the crane-supply-switch used to energize an unprotected collector wire, or collector bar, or a remote control for the crane-supply-switch be so located that as much as possible of the collector wire or collector bar is visible from that place of operation.

The above requirements should also apply in special cases, for example where:

- there are two main supply collector wires or collector bars or collector systems, either of which may be used for supplying the hoisting machine(s); or
- a main supply collector wire or collector bar is divided into isolated sections.

In cases where these requirements are not appropriate, the necessary safety shall be provided by other measures.

5.3.6 Crane-disconnector

5.3.6.1 General

A hoisting machine shall be equipped with a single crane-disconnector to enable the electrical equipment to be isolated for maintenance and repair purposes, and to prevent unexpected start-up during mechanical work on the hoisting machine, except under the following circumstances:

- a crane-disconnector is not required if there are no connections and branches in the wiring system between the intended crane-disconnector position and the crane-switch specified in 5.3.7, and the crane-switch performs the functions of the crane-disconnector and meets the requirements of 5.6;

- un sectionneur de grue n'est pas prescrit pour un appareil de levage simple commandé depuis le sol et si l'interrupteur d'alimentation de grue réalise cette fonction.

NOTE – Un appareil de levage commandé depuis le sol est manoeuvré par un bouton de commande pendant suspendu, par un boîtier de commande fixe à distance ou un boîtier de commande portable.

- un sectionneur de grue n'est pas nécessaire si la tension peut être mise et maintenue à zéro par d'autres moyens (par exemple par coupure de l'alimentation de gazole d'un générateur diesel, du blocage du starter, etc);
- pour les appareils de levage alimentés sous des tensions alternatives supérieures à 1 kV et possédant un ou plusieurs transformateurs embarqués, alimentant un réseau à basse tension, un ou plusieurs sectionneurs de grue peuvent être requis sur les secondaires de chaque transformateur pour isoler des parties à basse tension (voir aussi 5.5). Les circuits associés à chaque sectionneur de grue doivent être clairement identifiés, par exemple par
 - séparation, ou
 - barrières, ou
 - marquage.

NOTE – Il est recommandé de donner la préférence au sectionnement d'un appareil de levage par un seul sectionneur de grue.

5.3.6.2 Type

Si des dispositions sont prises contre une ouverture par inadvertance ou non autorisée, le sectionneur de grue doit satisfaire au moins aux prescriptions des sectionneurs données dans la CEI 60947-3. Pour les autres cas, il doit satisfaire aux prescriptions des interrupteurs-sectionneurs donnés dans la CEI 60947-3. L'organe de commande du sectionneur de grue doit satisfaire aux prescriptions de 5.3.4.

Les collecteurs démontables ou les ensembles socles/prises peuvent être utilisés comme sectionneurs de grue s'ils réalisent la même fonction.

Pour les appareils de levage avec alimentation de remplacement, un interrupteur d'alimentation à deux positions peut être utilisé comme sectionneur de grue s'il possède une position neutre et satisfait aux prescriptions de 5.3.6.

5.3.6.3 Prescriptions

Les prescriptions de 5.4, 5.5 et 5.6 sont applicables si approprié.

5.3.7 Interrupteur de grue

5.3.7.1 Généralités

Chaque appareil de levage doit avoir un ou plusieurs interrupteurs de grue, manoeuvrables depuis la cabine de commande pour l'arrêt d'urgence de tous les entraînements de la grue et, si nécessaire, pour la coupure de l'alimentation électrique des autres équipements.

Les dispositifs de retenue de charge ne pouvant continuer cette fonction après coupure de l'alimentation (par exemple aimants, dispositifs pneumatiques de retenue) doivent être alimentés directement en amont de l'interrupteur de grue.

- a crane-disconnector is not required for a single hoisting machine which is floor controlled, and where the crane-supply-switch performs this function;

NOTE – A floor controlled hoisting machine is operated from a suspended pendant control station, a remote fixed control station, or a portable control station.

- a crane-disconnector is not necessary in cases where the voltage can be reduced to and maintained at zero by other means (e.g. locking off a diesel generator fuel supply or starter mechanism, etc.);
- on hoisting machines with power supplied at voltages of more than 1 kV a.c., and having one or more transformers installed on the hoisting machine, supplying a low voltage system, one or more crane-disconnectors may be required on the secondary side of each transformer to isolate the low voltage sections (see also 5.5). Circuits associated with each crane-disconnector shall be clearly identifiable, for example by:
 - separation, or
 - barriers, or
 - marking and labelling.

NOTE – Preference should be given to the disconnection of a hoisting machine using only one crane-disconnector.

5.3.6.2 Type

Where provisions are made against both inadvertent and unauthorized opening, the crane-disconnector shall as a minimum meet the requirements for disconnectors given in IEC 60947-3. Otherwise it shall meet the requirements for switch-disconnectors given in IEC 60947-3. The actuator of the crane-disconnector shall meet the requirements of 5.3.4.

Removable collectors or plug/socket combinations may be used as crane-disconnectors when they perform the same function.

On hoisting machines with an alternative power-supply system, the changeover switch of the supplies may be used as a crane-disconnector if it has a neutral off-position and meets the requirements of 5.3.6.

5.3.6.3 Requirements

The requirements of 5.4, 5.5 and 5.6 shall apply as appropriate.

5.3.7 Crane-switch

5.3.7.1 General

Each hoisting machine shall have one or more crane-switches, operable from the operating control station, for emergency stop of all motion drives and, where necessary, for interrupting the electrical power supply to other equipment.

Load holding devices that cannot continue to hold the load when de-energized (e.g. magnets, pneumatic holding devices) shall be supplied from the supply side of the crane-switch.

Exceptions:

Si la fonction d'arrêt d'urgence est prévue par d'autres moyens, un interrupteur de grue n'est pas prescrit dans les cas suivants:

- pour les appareils de levage sur lesquels seul le levage est alimenté;
- pour les appareils de levage suspendus commandés à partir du sol avec rail fixe si le déplacement sur rail est commandé à la main ou par un moteur électrique de puissance nominale inférieure ou égale à 500 W.

5.3.7.2 Type

L'interrupteur de grue doit satisfaire au moins aux prescriptions des interrupteurs données dans la CEI 60947-3. Cette prescription peut être satisfaite par l'un des types spécifiés en 5.3.2 a) ou c). Des contacteurs choisis conformément à 4.2.2 peuvent aussi être utilisés.

5.3.7.3 Prescriptions

Les prescriptions de 5.3.3 et 5.3.4 s'appliquent, si approprié.

5.3.8 Circuits spéciaux

5.3.8.1 Généralités

Les circuits non sectionnés lors des travaux et de l'entretien sont considérés comme des circuits spéciaux et doivent satisfaire aux prescriptions de 5.3.8.2 à 5.3.8.4.

NOTE – Les circuits spéciaux typiques comportent

- les circuits avec prises de courant et éclairage;
- les circuits d'ascenseurs, d'outils et de grue de réparation installés dans les appareils de levage;
- les circuits de conditionnement d'air et de ventilation;
- les circuits de sécurité, par exemple dispositif anti-collision, éclairage aérien;
- les circuits d'alarme incendie;
- les circuits de communication et de données.

5.3.8.2 Alimentation

Les circuits spéciaux doivent être alimentés en amont du sectionneur de grue tel que cela est spécifié en 5.3.6 par l'intermédiaire d'un sectionneur dédié (voir figure 3) satisfaisant aux prescriptions de 5.6.

5.3.8.3 Installation

Les circuits spéciaux doivent être conçus et mis en oeuvre de façon que leur fonction, lors de réparation ou d'entretien, ne dépende pas des conducteurs, barres ou assemblages glissants.

5.3.8.4 Marquage et identification

Les circuits spéciaux doivent être identifiables par

- une ou des inscriptions d'avertissement permanentes à proximité du sectionneur dédié conformément à 5.3.8.2; et
- une mention correspondante dans le manuel d'entretien; et
- une inscription d'avertissement permanente à proximité de chaque circuit spécial; ou le circuit spécial doit être séparé des autres circuits, ou doit être identifié par la couleur conformément à 14.2.4.

Exceptions:

Where the emergency stop function is provided by other means, a crane-switch is not required for the following:

- for hoisting machines on which only the hoisting mechanism is power-operated;
- on floor-controlled monorail hoists when the trolley travel is powered by hand or by an electric motor rated at not more than 500 W.

5.3.7.2 Type

The crane-switch shall as a minimum meet the requirements for switches given in IEC 60947-3. This requirement can be fulfilled by one of the devices specified in 5.3.2 a) or c). Contactors selected in accordance with 4.2.2 may also be used.

5.3.7.3 Requirements

The requirements of 5.3.3 and 5.3.4 shall apply as appropriate.

5.3.8 Special circuits**5.3.8.1 General**

Circuits that shall not be disconnected during repair and maintenance work are regarded as special circuits and shall meet the requirements of 5.3.8.2 to 5.3.8.4.

NOTE – Special circuits may be the following:

- circuits for socket-outlets and lighting circuits;
- circuits for lifts, repair tools and repair cranes installed in hoisting machines;
- circuits for air conditioning and ventilation;
- circuits for electrical equipment fulfilling safety measures, e.g. anti-collision device, aviation lighting;
- circuits for fire alarm systems;
- communications circuits or data links.

5.3.8.2 Supply

Special circuits shall be supplied from the supply side of the crane-disconnector specified in 5.3.6 using a dedicated disconnector (see figure 3) that shall meet the requirements of 5.6.

5.3.8.3 Installation

Special circuits shall be so designed and installed that their operation during repair and maintenance work on the hoisting machine does not use unprotected collector wires, collector bars or slip-ring assemblies.

5.3.8.4 Marking and identification

Special circuits shall be identifiable by:

- permanent warning label(s) appropriately placed in proximity to the dedicated disconnector according to 5.3.8.2; and
- a corresponding statement included in the maintenance manual; and
- a permanent warning label placed in proximity to each special circuit, or the special circuit shall be separated from other circuits; or identified by colour according to 14.2.4.

5.4 Appareils de coupure pour éviter un redémarrage intempestif

Des appareils de coupure pour éviter un redémarrage intempestif doivent être prévus. Le sectionneur de grue (voir 5.3.6) satisfait à cette fonction pour l'ensemble de l'appareil de levage.

S'il est nécessaire d'intervenir sur des parties individuelles d'un appareil de levage, des sectionneurs complémentaires doivent être prévus pour chacune des parties nécessitant un sectionnement propre. Des sectionneurs, fusibles débouchables et liaisons démontables peuvent aussi être utilisés, mais seulement lorsqu'ils sont situés dans une zone fermée de service électrique (voir 3.22).

Ces dispositifs doivent être

- appropriés et pratiques pour l'application;
- à des emplacements corrects;
- aisément identifiables en ce qui concerne la partie ou le ou les circuits qu'ils alimentent (par exemple par un marquage durable si nécessaire); et
- pourvus de moyens appropriés pour éviter la fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur des dispositifs de sectionnement (excepté ce qui est autorisé en 5.6).

Lorsqu'on utilise des moyens autres (par exemple un contacteur coupé par un circuit de commande), 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 l'équipement électrique, sauf
 - s'il n'y a pas de danger lié aux chocs électriques (voir article 6) ou aux brûlures;
 - si la commande de coupure ne peut pas être annulée par le travail;
 - si le travail est de nature mineure (par exemple remplacement d'appareils embrochables sans perturber le câblage existant).

NOTE – La présente norme ne donne pas de règles pour l'interruption des alimentations d'énergie non électrique, lesquelles sont à l'étude.

5.5 Dispositifs de sectionnement pour l'équipement électrique

Des dispositifs doivent être fournis pour sectionner l'équipement électrique afin de rendre possible des interventions sans risque de choc et brûlure électriques. L'interrupteur de grue (voir 5.3.6) remplit cette fonction pour l'ensemble de l'appareil de levage. Cependant, lorsqu'il est nécessaire d'intervenir sur des parties individuelles de l'équipement électrique d'un appareil de levage, des dispositifs de sectionnement complémentaires doivent être prévus pour chaque partie nécessitant un sectionnement séparé. Des sectionneurs, fusibles embrochables, liaisons démontables peuvent être utilisés, mais seulement lorsqu'ils sont situés dans une zone fermée de service électrique.

De tels dispositifs doivent être

- appropriés à l'usage prévu;
- correctement placés;
- aisément identifiables quant à la partie (circuit) de l'équipement concernée (par exemple par marquage durable si nécessaire); et
- pourvus de moyens appropriés pour éviter la fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur des dispositifs de sectionnement (excepté ce qui est autorisé en 5.6).

5.4 Devices for switching off for prevention of unexpected start-up

Devices for switching off for the prevention of unexpected start-up shall be provided. The crane-disconnector (see 5.3.6) fulfils that function for the complete hoisting machine.

Where it is necessary to work on individual parts of a hoisting machine, additional disconnecting devices shall be provided for each part requiring separate disconnection. Disconnectors, withdrawable fuse links or withdrawable links may be used, but only when located in an enclosed electrical operating area (see 3.22).

Such devices shall be:

- appropriate and convenient for the intended use;
- suitably located;
- readily identifiable as to which part or circuit(s) of the equipment is served (e.g. by durable marking where necessary); and
- provided with adequate means to prevent unauthorized, inadvertent, and/or mistaken closure of the disconnecting devices (except as allowed in 5.6).

When other means are used (e.g. a contactor 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 machinery;
- adjustments requiring a relatively short time;
- no work carried out on the electrical equipment except when:
 - there is no hazard arising from electric shock (see clause 6) and burn;
 - the switching off means cannot be negated by the work;
 - the work is of a minor nature (e.g. replacement of plug-in devices without disturbing existing wiring).

NOTE – This International Standard does not address provisions for switching off non-electrical power supplies, which are under consideration.

5.5 Devices for disconnecting electrical equipment

Devices shall be provided for disconnecting (isolating) electrical equipment to enable work to be carried out without a risk from electric shock or burn. The crane disconnector (5.3.6) fulfils that function for the complete hoisting machine.

Where it is necessary to work on individual parts of the electrical equipment of a hoisting machine, additional disconnecting devices shall be provided for each part requiring separate isolation. Disconnectors, withdrawable fuse links or withdrawable links may be used, but only when located in an enclosed electrical operating area.

Such devices shall be:

- appropriate and convenient for the intended use;
- suitably located;
- readily identifiable as to which part or circuit(s) of the 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 (except as allowed in 5.6).

5.6 Protection contre une fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur

Les dispositifs décrits en 5.4 et 5.5 aptes à recevoir des moyens pour les verrouiller en position MISE HORS TENSION ou à l'état sectionné (par exemple par cadenas) afin d'assurer une protection contre une fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur, doivent être fournis avec ces moyens de verrouillage. D'autres moyens de protection contre une refermeture (par exemple signaux d'avertissement) peuvent être utilisés lorsqu'un dispositif de sectionnement non verrouillable (par exemple fusibles embrochables, liaisons démontables) est situé dans une zone fermée de service électrique.

Cependant, lorsqu'un ensemble prise-fiche utilisé conformément à 5.3.2 d) et e) est situé de manière à pouvoir être sous la surveillance directe de l'opérateur, la fourniture de moyens de verrouillage en position MISE HORS TENSION n'est pas obligatoire.

6 Protection contre les chocs électriques

6.1 Généralités

L'équipement électrique doit assurer la protection des personnes contre les chocs électriques résultant

- de contacts directs, et
- de contacts indirects.

Les dispositions recommandées pour cette protection sont données en 6.2, 6.3 et 6.4, tirés de la CEI 60364-4-41. Si ces dispositions recommandées ne sont pas applicables, d'autres dispositions de la CEI 60364-4-41 peuvent être utilisées.

6.2 Protection contre les contacts directs

6.2.1 Généralités

Pour chaque circuit ou parties de l'équipement électrique, les mesures définies soit en 6.2.2 soit en 6.2.3, et, si cela s'applique, en 6.2.4 doivent être appliquées. Lorsque ces mesures ne sont pas applicables, d'autres mesures pour la protection contre les contacts directs (par exemple par mise hors de portée, par utilisation de barrières ou d'obstacles, par des techniques de construction ou d'installation empêchant l'accès) telles que celles décrites dans la CEI 60364-4-41 (412.2, 412.3 et 412.4) peuvent être appliquées (voir 6.2.5 et 6.2.6).

Si l'équipement est situé dans des emplacements ouverts à toute personne, y compris des personnes handicapées et des enfants, les dispositions de 6.2.3 ou de 6.2.2 avec un degré minimal de protection contre les contacts directs de IP4X ou IPXXD (voir CEI 60529) doivent être appliquées.

6.2.2 Protection au moyen d'enveloppes

Les parties actives doivent être placées à l'intérieur d'enveloppes conformes aux spécifications des articles 4, 12 et 15 (voir aussi la CEI 60536) et fournir un degré de protection minimal contre les contacts directs de IP2X ou IPXXB (voir CEI 60529).

Lorsque le dessus de l'enveloppe est facilement accessible, leur degré minimal de protection contre les contacts directs doit être IP4X ou IPXXD.

5.6 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection

The devices described in 5.4 and 5.5 that are capable of being equipped with means to lock them in the OFF-position or disconnected state (e.g. by padlocks), in order to achieve protection against unauthorized, inadvertent, and/or mistaken connection, shall be equipped with such means. Other means of protection against connection (e.g. warning labels) may be used where a non-lockable disconnecting device (e.g. withdrawable fuse-links, withdrawable links) is located in an enclosed electrical operating area.

However, when a plug/socket combination used according to 5.3.2 d) or e) is so positioned that it can be under the immediate supervision of the person carrying out the work, means for locking in the OFF-position need not be provided.

6 Protection against electric shock

6.1 General

The electrical equipment shall provide protection of persons against electric shock from:

- direct contact;
- indirect contact.

The recommended measures for this protection are given in 6.2, 6.3, and 6.4, which are derived from IEC 60364-4-41. Where those recommended measures are not practicable, other measures from IEC 60364-4-41 may be used.

6.2 Protection against direct contact

6.2.1 General

For each circuit or part of the electrical equipment, the measures of either 6.2.2 or 6.2.3 and, where applicable, 6.2.4 shall be applied. Where those measures are not practicable, other measures for protection against direct contact (e.g. by using barriers, by placing out of reach, using obstacles, using construction or installation techniques that prevent access) as defined in IEC 60364-4-41 (412.2, 412.3 and 412.4) may be applied (see 6.2.5 and 6.2.6).

When the equipment is located in places open to all persons, which can include handicapped persons and children, measures of either 6.2.3, or 6.2.2 with a minimum degree of protection against direct contact corresponding to IP4X or IPXXD (see IEC 60529), shall be applied.

6.2.2 Protection by enclosures

Live parts shall be located inside enclosures that conform to the relevant requirements of clauses 4, 12, and 15 (see also IEC 60536), and that provide protection against direct contact of at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529).

Where the top surfaces of the enclosure are readily accessible, the minimum degree of protection against direct contact provided by the top surfaces shall be IP4X or IPXXD.

L'ouverture d'une enveloppe (c'est-à-dire ouverture des portes, couvercles, plaques de fermeture et équivalent) ne doit être possible qu'à une des conditions suivantes:

- a) obligation d'utiliser une clé ou un outil pour l'accès par des personnes qualifiées ou averties. Pour les zones fermées de service électrique, des prescriptions spéciales peuvent s'appliquer (voir CEI 60364-4-41, CEI 60364-4-47 ou CEI 60439-1 selon les cas).

Les parties actives situées à l'intérieur des portes doivent avoir un degré minimal de protection contre les contacts directs de IP1X ou IPXXA. Les parties actives qui sont susceptibles d'être touchées lorsqu'on réarme ou ajuste des dispositifs prévus pour que ces actions se fassent alors que l'équipement est encore sous tension doivent avoir un degré minimal de protection contre les contacts directs de IP2X ou IPXXB;

- b) sectionnement de toutes les parties actives situées à l'intérieur de l'enveloppe avant qu'elle ne puisse être ouverte.

Cette mesure peut être réalisée par l'interverrouillage de la porte avec un sectionneur de telle façon que la porte ne puisse être ouverte que lorsque le sectionneur est ouvert et que le sectionneur ne puisse être fermé que lorsque la porte est fermée. Cependant, un dispositif spécifié ou un outil correspondant aux prescriptions du fournisseur peut permettre aux personnes qualifiées de neutraliser le verrouillage, à condition que:

- l'on puisse toujours ouvrir le sectionneur, quand le verrouillage est neutralisé; et que
- le verrouillage soit automatiquement remis en service à la fermeture de la porte.

Quand l'accès aux parties actives peut avoir lieu par plus d'une porte, il convient de prendre soin de réaliser les objectifs de ce paragraphe.

Toutes les parties qui restent actives après l'ouverture du ou des dispositifs de sectionnement doivent être protégées avec un degré minimal de protection contre les contacts directs IP2X ou IPXXB (voir CEI 60529). Les parties ainsi protégées doivent porter un signal d'avertissement conforme à 17.2 (voir aussi 14.2.4 pour l'identification des conducteurs par la couleur).

Font exception à cette prescription pour le marquage:

- les parties ne pouvant être actives que par une liaison aux circuits de verrouillage et identifiées par la couleur comme potentiellement actives conformément à 14.2.4;
- les bornes d'alimentation de l'interrupteur lorsque ce dernier est monté seul dans une enveloppe séparée;

- c) l'ouverture sans l'utilisation d'une clé ou d'un outil et sans le sectionnement des parties actives ne doit être possible que lorsque toutes les parties actives procurent un degré de protection minimal contre les contacts directs IP2X ou IPXXB (voir CEI 60529). Les barrières assurant cette protection doivent soit nécessiter l'utilisation d'un outil pour leur démontage, soit entraîner automatiquement le sectionnement des parties actives qu'elles protègent lors de leur suppression.

6.2.3 Protection par isolation des parties actives

Les parties actives doivent être complètement recouvertes d'une isolation qui ne peut être enlevée que par destruction. Cette isolation doit présenter une résistance aux efforts mécaniques, chimiques, électriques et thermiques auxquels elle peut être soumise dans les conditions de service normal.

Les peintures, vernis, laques et produits similaires utilisés seuls ne sont en général pas considérés comme pouvant assurer une protection contre les chocs électriques dans les conditions de service normal.

Opening an enclosure (i.e. opening doors, lids, covers, and the like) shall be possible only under one of the following conditions:

- a) the use of a key or tool is necessary for access by skilled or instructed persons. For enclosed electrical operating areas, special requirements may apply (see IEC 60364-4-41, IEC 60364-4-47 or IEC 60439-1 as appropriate).

Live parts on the inside of doors shall be protected against direct contact to at least IP1X or IPXXA. Live parts, that are likely to be touched when resetting or adjusting devices intended for such operations while the equipment is still connected, shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB;

- b) the disconnection of live parts inside the enclosure before the enclosure may be opened.

This may be accomplished by interlocking the door with a disconnector so that the door can only be opened when the disconnector is open, and so that the disconnector can only be closed when the door is closed. However, a special device or tool as prescribed by the supplier may permit skilled persons to defeat the interlock provided that:

- it is possible at all times while the interlock is defeated to open the disconnector;
- upon closing the door, the interlock is automatically restored.

Where more than one door can provide access to live parts, care should be taken to implement the intent of this subclause.

All parts that are still live after switching off the disconnecting device(s) shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529). Such parts shall be marked with a warning sign in accordance with 17.2 (see also 14.2.4 for identification of conductors by colour).

Excepted from this requirement for marking are:

- parts that can be live only because of connection to interlocking circuits and that are distinguished by colour as potentially live in accordance with 14.2.4;
- the supply terminals of the disconnector when it is mounted alone in a separate enclosure;

- c) opening without the use of a key or a tool and without disconnection of live parts shall be possible only when all live parts are protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529). Where barriers provide this protection, either they shall require a tool for their removal, or all live parts protected by them shall be automatically disconnected when the barrier is removed.

6.2.3 Protection by insulation of live parts

Live parts protected by insulation shall be completely covered with insulation that can only be removed by destruction. Such insulation shall be capable of withstanding the mechanical, chemical, electrical, and thermal stresses to which it can be subjected under normal service conditions.

Paints, varnishes, lacquers, and similar products alone are generally considered to be inadequate for protection against electric shock under normal service conditions.

6.2.4 Protection contre les tensions résiduelles

Toute charge résiduelle supérieure à 60 V des parties actives doit être déchargée jusqu'à 60 V en moins de 5 s après la coupure de l'alimentation, sous réserve que ce taux de décharge ne perturbe pas le bon fonctionnement de l'équipement. Cette prescription ne s'applique pas aux composants de capacité 60 μ C, ou moins. Si le taux de décharge spécifié devait perturber le bon fonctionnement de l'équipement, une plaque d'avertissement durable attirant l'attention sur le danger et indiquant le délai à respecter avant d'essayer de pouvoir ouvrir l'enveloppe doit être placée dans un endroit facilement visible ou immédiatement proche de l'enveloppe contenant les capacités.

Dans le cas de prises ou d'appareils similaires dont le retrait se traduit par l'exposition de parties conductrices (par exemple de broches), le temps de décharge ne doit pas dépasser 1 s, sinon ces parties conductrices doivent comporter une protection minimale contre les contacts directs IP2X ou IPXXB. Si ni un temps de décharge de 1 s, ni un degré de protection d'au moins IP2X ou IPXXB ne peut être obtenu (par exemple dans le cas de dispositifs à collecteurs mobiles, de barres ou d'assemblages glissants, voir 13.8.4), des dispositifs de sectionnement complémentaires de coupure ou un avertissement approprié doivent être mis en œuvre.

6.2.5 Protection par barrières

Pour la protection par barrières, voir la CEI 60364-4-41, 412.2.

6.2.6 Protection par mise hors de portée ou protection par mise en place d'obstacles

Pour la protection par mise hors de portée, voir la CEI 60364-4-41, 412.4. Pour la protection par obstacles, voir la CEI 60364-4-41, 412.3.

NOTE – Une rambarde est considérée comme un obstacle.

Pour les systèmes à collecteurs ou à barres dont le degré de protection est inférieur à IP2X, voir 13.8.1.

6.3 Protection contre les contacts indirects

6.3.1 Généralités

La protection contre les contacts indirects (3.33) 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 ou partie de l'équipement électrique, au moins une des mesures définies dans les paragraphes 6.3.2 à 6.3.3 doit être appliquée. Les collecteurs bobinés, à barres et les assemblages glissants doivent satisfaire aux prescriptions de 13.8.1.

La protection contre les contacts indirects peut être réalisée par:

- des mesures pour empêcher l'apparition de tension de contact dangereuse; ou
- la coupure automatique de l'alimentation avant que le temps de coupure avec une tension de contact ne devienne dangereux.

Ces mesures nécessitent une coordination entre:

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

NOTE – Pour les classes de matériels et les spécifications de protection, voir la CEI 60536.

6.2.4 Protection against residual voltages

Live parts having a residual voltage greater than 60 V after the supply has been disconnected shall be discharged to 60 V or less within a time period of 5 s after disconnection of the supply voltage, provided that this rate of discharge does not interfere with the proper functioning of the equipment. Exempted from this requirement are components having a stored charge of 60 μC or less. Where this specified rate of discharge would interfere with the proper functioning of the equipment, a durable warning notice drawing attention to the hazard, and stating the delay required before the enclosure may be opened shall be displayed at an easily visible location on or immediately adjacent to the enclosure containing the capacitances.

In the case of plugs or similar devices, the withdrawal of which results in the exposure of conductors (e.g. pins), the discharge time shall not exceed 1 s, otherwise such conductors shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB. If neither a discharge time of 1 s nor a protection of at least IP2X or IPXXB can be achieved (e.g. in the case of removable collectors on collector wires, collector bars, or slip-ring assemblies; see 13.8.4), additional disconnecting devices or an appropriate warning device shall be applied.

6.2.5 Protection by barriers

For protection by barriers, see IEC 60364-4-41, 412.2.

6.2.6 Protection by placing out of reach or protection by obstacles

For protection by placing out of reach see IEC 60364-4-41, 412.4. For protection by obstacles see IEC 60364-4-41, 412.3.

NOTE – A handrail is considered to be an obstacle.

For collector wire systems or collector bar systems with a degree of protection less than IP2X see 13.8.1.

6.3 Protection against indirect contact

6.3.1 General

Protection against indirect contact (3.33) is intended to prevent hazardous conditions in the event of an insulation failure between live parts and exposed conductive parts.

For each circuit or part of the electrical equipment, at least one of the measures in accordance with 6.3.2 to 6.3.3 shall be applied. Collector wires, collector bars and slip-ring assemblies shall meet the requirements of 13.8.1.

Protection against indirect contact can be achieved by:

- measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage; or
- automatic disconnection of the supply before the time of contact with a touch voltage can become hazardous.

These measures necessitate co-ordination between:

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

NOTE – For classes of equipment and protective provisions see IEC 60536.

6.3.2 Mesures pour empêcher l'apparition d'une tension de contact dangereuse

6.3.2.1 Généralités

Les mesures pour empêcher l'apparition d'une tension de contact dangereuse comprennent les mesures suivantes:

- utilisation de matériels de classe II ou d'isolation équivalente;
- séparation électrique;
- choix ou conception du système d'alimentation.

6.3.2.2 Protection par l'emploi de matériels de classe II ou par isolation équivalente

Cette mesure est destinée à empêcher la présence de tensions de contact dangereuses sur les masses en cas de défaillance de l'isolation principale.

Cette mesure de protection est obtenue par une ou plusieurs des mesures suivantes.

- emploi de matériels ou appareils électriques de classe II (double isolation, isolation renforcée ou équivalente suivant la CEI 60536);
- emploi d'ensemble d'appareillage de connexion et de commande possédant une isolation totale conforme à la CEI 60439-1;
- utilisation d'une isolation supplémentaire ou renforcée selon la CEI 60364-4-41, 413.2.

6.3.2.3 Protection par séparation électrique

La séparation électrique d'un circuit individuel est destinée à éviter une tension de contact dangereuse due à une défaillance de l'isolation de base des parties actives de ce circuit.

Pour ce type de protection, les prescriptions de la CEI 60364-4-41, 413.5 sont applicables.

6.3.2.4 Conception du système d'alimentation

Cette protection est assurée par l'utilisation d'une alimentation conçue avec le neutre soit isolé, soit présentant une impédance élevée par rapport à la terre, de manière qu'un défaut n'engendre pas de tension de contact dangereuse.

6.3.3 Protection par coupure automatique de l'alimentation

La coupure automatique de l'alimentation après l'apparition d'une défaillance de l'isolation est destinée à empêcher une condition dangereuse due à une tension de contact.

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 de protection pour la coupure automatique de l'alimentation dans le cas de défaut d'isolation en schéma TN ou TT,
 - b) soit l'utilisation d'un contrôleur permanent d'isolement ou de différentiels pour la coupure automatique en schéma IT. Si un contrôleur permanent d'isolement est utilisé, il est admis que le premier défaut n'actionne qu'une alarme au lieu de la coupure automatique.

Pour cette protection, les prescriptions de la CEI 60364-4-41, 413.1 doivent s'appliquer.

6.3.2 Measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage

6.3.2.1 General

Measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage include the following:

- use of class II equipment or by equivalent insulation;
- electrical separation;
- selection or design of the supply system.

6.3.2.2 Protection by use of class II equipment or by equivalent insulation

This measure is intended to prevent the occurrence of hazardous touch voltages on the accessible parts through a failure in the basic insulation.

This protection is provided by one or more of the following means:

- use of class II electrical devices or apparatus (double insulation, reinforced insulation or by equivalent insulation in accordance with IEC 60536);
- use of switchgear and controlgear assemblies having total insulation in accordance with IEC 60439-1;
- application of supplementary or reinforced insulation in accordance with IEC 60364-4-41, 413.2.

6.3.2.3 Protection by electrical separation

Electrical separation of an individual circuit is intended to prevent a hazardous touch voltage caused by a failure in the basic insulation of the live parts of that circuit.

For this type of protection, the requirements of IEC 60364-4-41, 413.5 apply.

6.3.2.4 Supply system design

This protection is provided by the use of a supply system designed with its neutral point either insulated or having a high impedance to earth so that an earth fault will not result in a hazardous touch voltage.

6.3.3 Protection by automatic disconnection of supply

Automatic disconnection of the supply of any circuit affected by the occurrence of an insulation failure is intended to prevent a hazardous condition resulting from a touch voltage.

This protective measure comprises both:

- the connection of exposed conductive parts to the protective bonding circuit (see clause 8);
- either:
 - a) the use of protective devices for the automatic disconnection of the supply in the event of an insulation failure in TN or TT systems, or
 - b) the use of earth fault detection or residual current detection to initiate automatic disconnection of IT systems. If earth fault detection is used, it is permissible for the first fault to initiate only an alarm signal instead of automatic disconnection.

For this type of protection, the requirements of IEC 60364-4-41, 413.1 shall apply.

6.4 Protection par l'utilisation de la TBTP

6.4.1 Généralités

L'utilisation de la TBTP (Très Basse Tension de Protection, désignée de façon internationale PELV: Protective Extra-Low Voltage) a pour but de protéger les personnes contre les chocs électriques en cas de contact indirect et de contact direct limité.

Les circuits TBTP doivent satisfaire aux conditions suivantes:

- a) la tension nominale ne doit pas dépasser
 - 25 V valeur efficace en courant alternatif ou 60 V en courant continu lisse si l'équipement est normalement utilisé dans des locaux secs et si de larges zones de parties actives ne sont pas susceptibles d'entrer en contact avec le corps humain; ou
 - 6 V valeur efficace en courant alternatif ou 15 V en courant continu lisse dans tous les autres cas;
- NOTE – «Lisse» est défini conventionnellement pour une tension d'ondulation sinusoïdale comme une composante d'ondulation inférieure ou égale à 10 %, valeur efficace.
- b) un côté du circuit ou un point de la source d'alimentation de ce circuit doit être relié au circuit de protection;
 - c) les parties actives des circuits TBTP doivent être électriquement séparées des autres circuits actifs. La séparation électrique ne doit pas être inférieure à celle requise entre les entrées et les sorties d'un transformateur de sécurité (voir CEI 60742);
 - d) les conducteurs de chaque circuit TBTP doivent être physiquement séparés des conducteurs des autres circuits. Si cette prescription ne peut être appliquée, les dispositions d'isolement de 14.1.3 doivent s'appliquer;
 - e) les prises de courant combinées pour les circuits TBTP doivent satisfaire aux conditions suivantes:
 - 1) les fiches ne doivent pas pouvoir pénétrer dans les socles des circuits de tensions différentes;
 - 2) les socles ne doivent pas admettre des fiches des circuits de tensions différentes.

6.4.2 Sources pour TBTP

La source pour TBTP doit être l'une des suivantes:

- transformateur de sécurité;
- source de courant assurant un degré de sécurité équivalent à celui d'un transformateur de sécurité (par exemple moteur-générateur avec enroulement présentant une séparation équivalente);
- source électrochimique (par exemple une batterie) ou une autre source indépendante de circuits de tension plus élevée (par exemple un groupe moteur thermique-générateur);
- source d'alimentation électronique conforme à des normes appropriées, dans laquelle des mesures ont été prises pour assurer que, même en cas de défaut interne, la tension aux bornes de sortie ne peut être supérieure aux valeurs prescrites en 6.4.1.

6.4 Protection by the use of PELV

6.4.1 General requirements

The use of PELV (protective extra-low voltage) is to protect persons against electric shock from indirect contact and limited area direct contact.

PELV circuits shall satisfy all of the following conditions:

a) the nominal voltage shall not exceed:

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

NOTE – *Ripple-free* is conventionally defined for a sinusoidal ripple voltage as a ripple content of not more than 10 % r.m.s.

- b) one side of the circuit or one point of the source of the supply of that circuit shall be connected to the protective bonding circuit;
- c) live parts of PELV circuits shall be electrically separated from other live circuits. Electrical separation shall be not less than that required between the primary and secondary circuits of a safety isolating transformer (see IEC 60742);
- d) conductors of each PELV circuit shall be physically separated from those of any other circuit. When this requirement is impracticable, the insulation provisions of 14.1.3 shall apply;
- e) plugs and socket-outlets for a PELV circuit shall conform to the following:
 - 1) plugs shall not be able to enter socket-outlets of other voltage systems;
 - 2) socket-outlets shall not admit plugs of other voltage systems.

6.4.2 Sources for PELV

The source for PELV shall be one of the following:

- a safety isolating transformer;
- a source of current providing a degree of safety equivalent to that of the safety isolating transformer (e.g. a motor generator with winding providing equivalent isolation);
- an electrochemical source (e.g. a battery) or another source independent of a higher voltage circuit (e.g. a diesel driven generator);
- an electronic power supply conforming to appropriate standards specifying measures to be taken to ensure that, even in the case of an internal fault, the voltage at the outgoing terminals cannot exceed the values specified in 6.4.1.

7 Protection de l'équipement

7.1 Généralités

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

- surintensités résultant d'un court circuit;
- courants de surcharge;
- températures anormales;
- perte ou diminution de la tension d'alimentation;
- survitesse des moteurs;
- défauts à la terre;
- séquence de phases erronée;
- surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manoeuvres.

Si l'un de ces dysfonctionnements entraîne le fonctionnement d'un dispositif de protection et l'arrêt d'un moteur de mouvement, un redémarrage automatique doit être empêché.

NOTE – Cette prescription peut être satisfaite, par exemple, au moyen

- d'un sectionneur de grue ne pouvant être refermé que si tous les dispositifs de commande des opérateurs sont en position ouverte;
- de dispositifs de commande d'opérateurs qui reviennent automatiquement en position ouverte.

Si seulement une partie d'un appareil de levage ou un groupe d'appareils de levage coordonnés est concerné par le fonctionnement d'un dispositif de protection, un tel fonctionnement doit initier des réponses de commande appropriées pour assurer la coordination (voir aussi 9.3.4).

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 l'appareil de levage 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 7.2.10.

7.2.2 Conducteurs d'alimentation

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

Le fournisseur de l'équipement électrique doit indiquer sur le plan d'installation les renseignements nécessaires pour sélectionner ce dispositif de protection contre les surintensités (voir 7.2.10 et 18.5) (voir annexe A).

7.2.3 Circuits de puissance

Des dispositifs de détection et de coupure des surintensités, choisis conformément à 7.2.10, doivent être insérés dans chaque conducteur actif.

Si la section du conducteur neutre est au moins égale ou équivalente à celle des conducteurs de phase, il n'est pas nécessaire de prévoir une détection de surintensité et un dispositif de coupure pour le conducteur neutre. Pour un conducteur neutre ayant une section inférieure à celle des conducteurs de phase associés, les mesures détaillées au point b) de 473.3.2.1 de la CEI 60364-4-473 doivent être appliquées.

7 Protection of equipment

7.1 General

This clause details the measures to be taken to protect equipment against the effects of:

- overcurrent arising from a short circuit;
- overload current;
- abnormal temperature;
- loss of or reduction in the supply voltage;
- overspeed of motors;
- earth fault;
- incorrect phase sequence;
- overvoltage due to lightning and switching surges.

If one of these malfunctions causes the operation of a protective device resulting in the stopping of a motion drive motor, an automatic restart shall be prevented.

NOTE – This requirement can be met for example by means of:

- a crane-switch which can only be switched on if all operator control devices are in the off position;
- operator control devices which automatically return to the off position.

Where only a part of a hoisting machine or a group of hoisting machines working together in a co-ordinated manner is affected by the operation of a protective device, such operation shall initiate appropriate control responses to ensure co-ordination (see also 9.3.4).

7.2 Overcurrent protection

7.2.1 General

Overcurrent protection shall be provided where the current in a hoisting 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 7.2.10.

7.2.2 Supply conductors

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

The supplier of the electrical equipment shall state on the installation diagram the data necessary for selecting the overcurrent protective device (see 7.2.10 and 18.5) (see annex A).

7.2.3 Power circuits

Devices for detection and interruption of overcurrent, selected in accordance with 7.2.10, shall be applied to each live conductor.

Where the cross-sectional area of the neutral conductor is at least equal to or equivalent to that of the phase conductors, it is not necessary to provide overcurrent detection for the neutral conductor nor a disconnecting device for that conductor. For a neutral conductor with a cross-sectional area smaller than that of the associated phase conductors, the measures detailed in 473.3.2.1, item b) of IEC 60364-4-473 shall apply.

Dans les schémas IT, il est recommandé de ne pas utiliser le conducteur neutre. Cependant, si un tel conducteur neutre est utilisé, les dispositions détaillées en 473.3.2.2 de la CEI 60364-4-473 doivent être appliquées.

7.2.4 Circuits de commande

Les conducteurs des circuits de commande reliés directement à la tension d'alimentation et les conducteurs de circuits alimentant des transformateurs de circuits de commande doivent être protégés contre les surintensités conformément à 7.2.3.

Lorsque les circuits de commande sont alimentés par un transformateur dont une des extrémités de l'enroulement secondaire est reliée au circuit de protection, un dispositif de protection contre les surintensités est prescrit uniquement dans l'autre conducteur du circuit secondaire.

7.2.5 Prises de courant et conducteurs associés

La protection contre les surintensités doit être prescrite pour les circuits alimentant des prises de courant destinées principalement à fournir la puissance aux matériels de maintenance.

Des dispositifs de protection contre les surintensités doivent être prévus sur les conducteurs actifs non mis à la terre de chaque circuit alimentant de telle prise de courant.

7.2.6 Circuits d'éclairage

Tous les conducteurs non mis à la terre des circuits alimentant l'éclairage doivent être protégés contre les courts-circuits par des dispositifs de protection contre les surintensités indépendants de ceux protégeant les autres circuits.

7.2.7 Transformateurs de puissance

Les transformateurs doivent être protégés contre les surintensités conformément à la CEI 60076-5 et à la CEI 60742 si elles sont applicables. Une telle protection doit (voir aussi 7.2.10)

- 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 de protection contre les surintensités (OCPD) soient conformes aux recommandations du fournisseur de transformateur.

7.2.8 Emplacement des dispositifs de protection contre les surintensités

Les dispositifs de protection contre les surintensités doivent être situés à l'endroit où les conducteurs à protéger sont raccordés à leur alimentation. Lorsque cela n'est pas possible, aucune protection contre les surintensités n'est prescrite pour les conducteurs du circuit dont l'intensité admissible est inférieure à celle des conducteurs d'alimentation, pourvu que la possibilité de court-circuit soit réduite par toutes les mesures suivantes:

- le courant admissible est au moins égal à celui prescrit pour la charge;
- chaque conducteur de raccordement aux dispositifs de protection contre les surintensités n'excède pas 3 m;
- les conducteurs sont protégés par une enveloppe ou une canalisation.

Si les trois mesures ci-dessus ne sont pas applicables, des mesures conformes à la CEI 60439-1 doivent être prises.

In IT-systems, it is recommended that the neutral conductor is not used. However, where a neutral conductor is used, the measures detailed in IEC 60364-4-473, 473.3.2.2 shall apply.

7.2.4 Control circuits

Conductors of control circuits directly connected to the supply voltage and of circuits feeding control circuit transformers shall be protected against overcurrent in accordance with 7.2.3.

In control circuits fed through a transformer, of which one end of the secondary winding is connected to the protective bonding circuit, an overcurrent protective device is required only in the other secondary circuit conductor.

7.2.5 Socket outlets and their associated conductors

Overcurrent protection shall be provided for the circuits feeding the general purpose socket outlets intended primarily for supplying power to maintenance equipment.

Overcurrent protective devices shall be provided in the unearthed live conductors of each circuit feeding such socket outlets.

7.2.6 Lighting circuits

All unearthed conductors of circuits supplying lighting shall be protected against the effects of short circuits by the provision of overcurrent devices separate from those protecting other circuits.

7.2.7 Transformers

Transformers shall be protected against overcurrent in accordance with IEC 60076-5 and IEC 60742 as appropriate. Such protection shall (see also 7.2.10):

- 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.

7.2.8 Location of overcurrent protective devices

An overcurrent protective device shall be located at the point where the conductor to be protected is connected to its supply. Where that is not possible, no overcurrent protection is required for those conductors with current carrying capacity less than that of the supply conductors, provided that the possibility of a short circuit is reduced by all of the following measures:

- the current carrying capacity of the conductor is at least equal to that required for the load;
- each connecting conductor to the overcurrent protective devices is no longer than 3 m;
- the conductor is protected by an enclosure or duct.

If the above three measures are not practicable, measures according IEC 60439-1 shall be taken.

7.2.9 Dispositifs de protection contre les surintensités

Le pouvoir de coupure assigné doit être au moins égal au courant de défaut 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.

Un pouvoir de coupure inférieur est permis si un autre dispositif de protection (par exemple le dispositif de protection contre les surintensités des conducteurs d'alimentation – voir 7.2.2) ayant le pouvoir de coupure nécessaire est installé du côté de l'alimentation. Dans ce cas, les caractéristiques des dispositifs doivent être coordonnées de telle façon que l'énergie (I^2t) traversante de deux dispositifs en série n'excède pas celle qui peut être supportée sans dommage par le dispositif de protection du côté de la charge et par les conducteurs protégés par ce dispositif (voir CEI 60947-2, annexe A).

NOTE – L'utilisation de dispositifs de protection contre les surintensités coordonnés comme ci-dessus peut conduire au fonctionnement de ces deux dispositifs.

Les dispositifs de protection contre les surintensités pour les circuits de puissance comprennent les fusibles et les disjoncteurs. Pour les circuits de commande, des dispositifs à semi-conducteurs prévus pour réduire ou limiter le courant dans les circuits protégés peuvent aussi être utilisés. Si des fusibles sont utilisés, un type facilement disponible dans le pays d'utilisation doit être choisi, ou des dispositions doivent être prises avec l'utilisateur pour la fourniture de pièces détachées.

7.2.10 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 contre les surintensités des appareils de connexion pour commande (par exemple contre la soudure de leurs 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. Les recommandations du fournisseur de ces appareils doivent être respectées.

7.3 Protection des moteurs contre les surcharges

La protection des moteurs contre les surcharges doit être assurée pour chaque moteur d'une puissance assignée supérieure à 2 kW et est recommandée pour chaque moteur de puissance assignée inférieure à 2 kW. Pour des applications où une interruption automatique du moteur n'est pas acceptable (par exemple les pompes à incendie), la détection de surcharge doit délivrer un signal d'avertissement auquel l'opérateur peut répondre. Pour des moteurs que l'on ne peut pas surcharger (par exemple moteurs couple, commandes de mouvement qui sont soit protégées par des dispositifs mécaniques de protection contre les surcharges, soit correctement dimensionnées), les dispositifs de protection contre les surcharges peuvent être omis. Cette protection peut être réalisée par l'utilisation de dispositifs tels que les dispositifs de protection contre les surcharges, détecteurs de température, dispositifs limiteurs de courant.

NOTE – Les dispositifs de protection contre les surcharges détectent dans un circuit (I^2t) des relations entre le temps et le courant supérieures à celles du circuit en pleine charge et initient des réponses appropriées de la commande.

7.2.9 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.

A lower breaking capacity is permitted where another protective device (e.g. the overcurrent protective device for the supply conductors – see 7.2.2) having the necessary breaking capacity is installed on the supply side. In that case, the characteristics of the two devices shall be co-ordinated so that the let-through energy (I^2t) of the two devices in series does not exceed that which can be withstood without damage to the overcurrent protective device on the load side and to the conductors protected by that device (see IEC 60947-2, annex A).

NOTE – The use of such a co-ordinated arrangement of overcurrent protective devices can result in the operation of both overcurrent protective devices.

Overcurrent protective devices for power circuits include fuses and circuit-breakers. Electronic devices designed to reduce or to limit the current in protected circuits may also be used. Where fuses are used, a type readily available in the country of use shall be selected, or arrangements shall be made with the user for the supply of spare parts.

7.2.10 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 shall be 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 control switching devices against damage due to overcurrents (e.g. welding of the control 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. This should take into account the needs of co-ordination with other electrical devices in the protected circuit. The recommendations of the supplier of these devices should be followed.

7.3 Overload protection of motors

Overload protection of motors shall be provided for each motor rated at more than 2 kW, and is recommended for each motor rated at less than 2 kW. In applications where an automatic interruption of the motor operation is unacceptable (e.g. fire pumps), the overload detection shall give a warning signal to which the operator can respond. For motors that cannot be overloaded (e.g. torque motors, motion drives that either are protected by mechanical overload protection devices or are adequately dimensioned), the overload protective devices may be omitted. Overload protection of motors can be achieved by the use of devices such as overload protective devices, temperature sensing devices, or current limiting devices.

NOTE – Overload protective devices detect the time and current relationships (I^2t) in a circuit that are in excess of the rated full load of the circuit and initiate appropriate control responses.

La détection de surcharge(s) (sauf en cas de limitation de courant ou de protections thermiques incorporées conformes à la CEI 60034-11) doit être prévue dans chaque conducteur actif, à l'exception du conducteur neutre. Cependant, le nombre de dispositifs de détection de surcharge peut être réduit à la demande de l'utilisateur (voir annexe A). Pour des moteurs monophasés ou à courant continu, la détection sur un seul conducteur actif non relié à la terre est autorisée.

Si la protection contre les surcharges est réalisée par coupure, l'appareil de connexion doit couper tous les conducteurs actifs. La coupure du conducteur neutre peut ne pas être nécessaire (voir 7.2.3).

Dans le cas de moteurs avec des caractéristiques spéciales de service appelés à démarrer ou à freiner fréquemment (par exemple les moteurs utilisés pour l'avance ou le retour rapides, le verrouillage, le perçage sensitif), il peut être difficile de réaliser une protection contre les surcharges dont la constante de temps s'accorde avec celle du moteur à protéger. L'utilisation de dispositifs de protection appropriés conçus pour des moteurs à usage spécial est recommandée.

L'utilisation de moteurs avec protection thermique incorporée (voir CEI 60034-11) est recommandée dans les cas où le refroidissement peut être détérioré (par exemple dans des environnements poussiéreux). Selon le type de moteur, la protection contre un blocage du rotor ou une perte de phase n'est pas toujours assurée par une protection thermique incorporée; il convient alors de prévoir une protection complémentaire.

7.4 Protection contre les températures anormales

Les circuits de chauffage par résistance ou autres circuits qui peuvent atteindre ou entraîner des températures anormales et donc engendrer des conditions dangereuses doivent être munis d'un dispositif de détection provoquant une réponse appropriée de la commande. Un exemple est un circuit de chauffage par résistance qui soit est calibré pour un fonctionnement court, soit perd son moyen de refroidissement.

7.5 Protection contre l'interruption ou la baisse de la tension d'alimentation et son rétablissement ultérieur

Lorsqu'une interruption d'alimentation ou une chute de tension peut entraîner des conditions dangereuses, des dommages à l'appareil de levage ou aux charges, une protection contre une baisse de tension doit être prévue (par exemple pour mettre l'appareil de levage hors tension) à un niveau prédéterminé de tension. Une protection contre les baisses de tension peut être omise pour des appareils de levage commandés manuellement.

Si le fonctionnement de l'appareil de levage permet une interruption ou une réduction de la tension pendant une période de temps courte, une protection temporisée contre une baisse de tension peut être prévue. Le fonctionnement du dispositif de protection à un minimum de tension ne doit pas compromettre le fonctionnement d'une commande d'arrêt de l'appareil de levage.

7.6 Protection contre la survitesse des moteurs

Une protection contre la survitesse doit être prévue dans le cas où une survitesse peut produire une cause de condition dangereuse en tenant compte des mesures conformes à 9.5. La protection contre la survitesse doit provoquer les réactions appropriées de la commande.

NOTE 1 – Cette protection peut être, par exemple, un dispositif centrifuge ou un limiteur de vitesse. La protection contre la survitesse nécessite un fonctionnement tel que la limite de vitesse mécanique du moteur ou de sa charge ne puisse être dépassée.

NOTE 2 – Des vitesses élevées inacceptables peuvent apparaître, par exemple dans des entraînements d'appareils de levage à courant continu.

Detection of overload(s) (except in the case of current limitation or built-in thermal protection in accordance with IEC 60034-11) shall be provided in each live conductor except for the neutral conductor. However, the number of overload detection devices may be reduced at the request of the user (see annex A). For motors having single phase or d.c. power supplies, detection on only one unearthed live conductor is permitted.

Where overload protection is achieved by switching off, the switching device shall switch off all live conductors. The switching of the neutral conductor may not be necessary (see 7.2.3).

Where motors with special duty ratings are called upon to start or to brake frequently (e.g. motors used for rapid traverse, locking, rapid reversal, sensitive drilling), it can be difficult to provide overload protection with a time constant comparable with that of the winding to be protected. The use of appropriate protective devices designed to accommodate special duty motors is recommended.

The use of motors with built-in thermal protection (see IEC 60034-11) is recommended in situations where the cooling can be impaired (e.g. dusty environments). Depending upon the kind of motor, protection under stalled rotor or loss of phase conditions is not always ensured by built-in thermal protection, and additional protection should then be provided.

7.4 Abnormal temperature protection

Resistance heating or other circuits that are capable of attaining or causing abnormal temperatures, and therefore, can cause a hazardous condition, shall be provided with suitable detection to initiate an appropriate control response. An example is a resistance heating circuit that is short-time rated or which loses its cooling medium.

7.5 Protection against supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration

Where a supply interruption or a voltage reduction can cause a hazardous condition, such as damage to the hoisting machine, or to the load, undervoltage protection shall be provided (e.g. to switch off the hoisting machine) at a predetermined voltage level. Undervoltage protection may be omitted on a manually controlled hoisting machine.

Where the operation of the hoisting machine can allow for an interruption or a reduction of the voltage for a short time period, delayed undervoltage protection may be provided. The operation of the undervoltage device shall not impair the operation of any stopping control of the hoisting machine.

7.6 Motor overspeed protection

Overspeed protection shall be provided where overspeeding can occur and could possibly cause a hazardous condition, taking into account measures in accordance with 9.5. Overspeed protection shall initiate appropriate control responses.

NOTE 1 – This protection can consist, for example, of a centrifugal switch or speed limit monitor. The overspeed protection should operate in such a manner that the mechanical speed limit of the motor or its load is not exceeded.

NOTE 2 – Inadmissible high speeds could occur, for example, in hoisting drives equipped with d.c. motors.

7.7 Protection contre les défauts à la terre et les courants résiduels

En complément à la protection contre les défauts à la terre et contre les courants résiduels pour la coupure automatique telle qu'elle est décrite en 6.3, cette protection peut aussi être prévue pour réduire les dommages à l'équipement dus à des courants de défaut inférieurs au réglage de la protection contre les surintensités.

Le réglage des dispositifs de protection doit être aussi bas que possible en cohérence avec un fonctionnement correct de l'équipement.

7.8 Protection de l'ordre des phases

Si un ordre erroné des phases de l'alimentation peut entraîner une condition dangereuse ou des dommages à l'appareil de levage, une protection doit être prévue.

NOTE – Les conditions de fonctionnement pouvant mener à un ordre de phase erroné comprennent

- un appareil de levage transféré d'une source à une autre;
- une grue mobile équipée pour le raccordement à une alimentation externe.

Un appareil de levage avec fourniture de connexion pour une alimentation auxiliaire électrique (par exemple pour réparations) ou une source alternative (en cas de secours) doit avoir un dispositif de protection à séquence de phase pour assurer une rotation correcte du moteur.

7.9 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou surtensions de manoeuvre

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

Les dispositifs de limitation des surtensions atmosphériques doivent être connectés aux bornes d'alimentation du dispositif de sectionnement et de coupure de l'alimentation.

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

8 Liaisons équipotentielles

8.1 Généralités

Cet article concerne les prescriptions relatives aux liaisons équipotentielles remplissant des rôles fonctionnels et de protection. La figure 4 illustre ces concepts.

8.2 Circuit de protection

8.2.1 Généralités

Le circuit de protection comprend

- la ou les bornes PE (voir 5.2);
- les parties structurales conductrices de l'équipement électrique et de l'appareil de levage;
- les conducteurs de protection dans l'équipement de l'appareil de levage, y compris les contacts glissants s'ils font partie du circuit.

7.7 Earth fault/residual current protection

In addition to providing earth fault/residual current protection for automatic disconnection as described in 6.3, this protection can be used to reduce damage to equipment due to earth fault currents less than the detection level of the overcurrent protection.

The setting of the devices shall be as low as possible consistent with correct operation of the equipment.

7.8 Phase sequence protection

Where an incorrect phase sequence of the supply voltage can cause a hazardous condition or damage to the hoisting machine, protection shall be provided.

NOTE – Conditions of use that may lead to an incorrect phase sequence include:

- a hoisting machine transferred from one supply to another;
- a mobile crane with a facility for connection to an external power supply.

A hoisting machine with provision for connection of an auxiliary electric power supply (e.g. for repairs) or an alternative power supply (e.g. in case of emergency) shall have a phase sequence protection device to ensure the correct motor rotation.

7.9 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 lightning shall be connected to the incoming terminals of the supply disconnecting and switching device.

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

8 Equipotential bonding

8.1 General

This clause provides requirements for both protective bonding and operational bonding. Figure 4 illustrates these concepts.

8.2 Protective bonding circuit

8.2.1 General

The protective bonding circuit consists of:

- PE terminal(s) (see 5.2);
- the conductive structural parts of the electrical equipment and the hoisting machine;
- the protective conductors in the equipment of the hoisting machine, including sliding contacts where they are part of the circuit.

Pour les grues mobiles avec alimentations de puissance embarquées, les circuits de protection, les masses et les éléments conducteurs doivent tous être raccordés à une borne de terre afin d'assurer la protection contre les chocs électriques. Si une grue 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 l'équipement, 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 à un conducteur de protection externe.

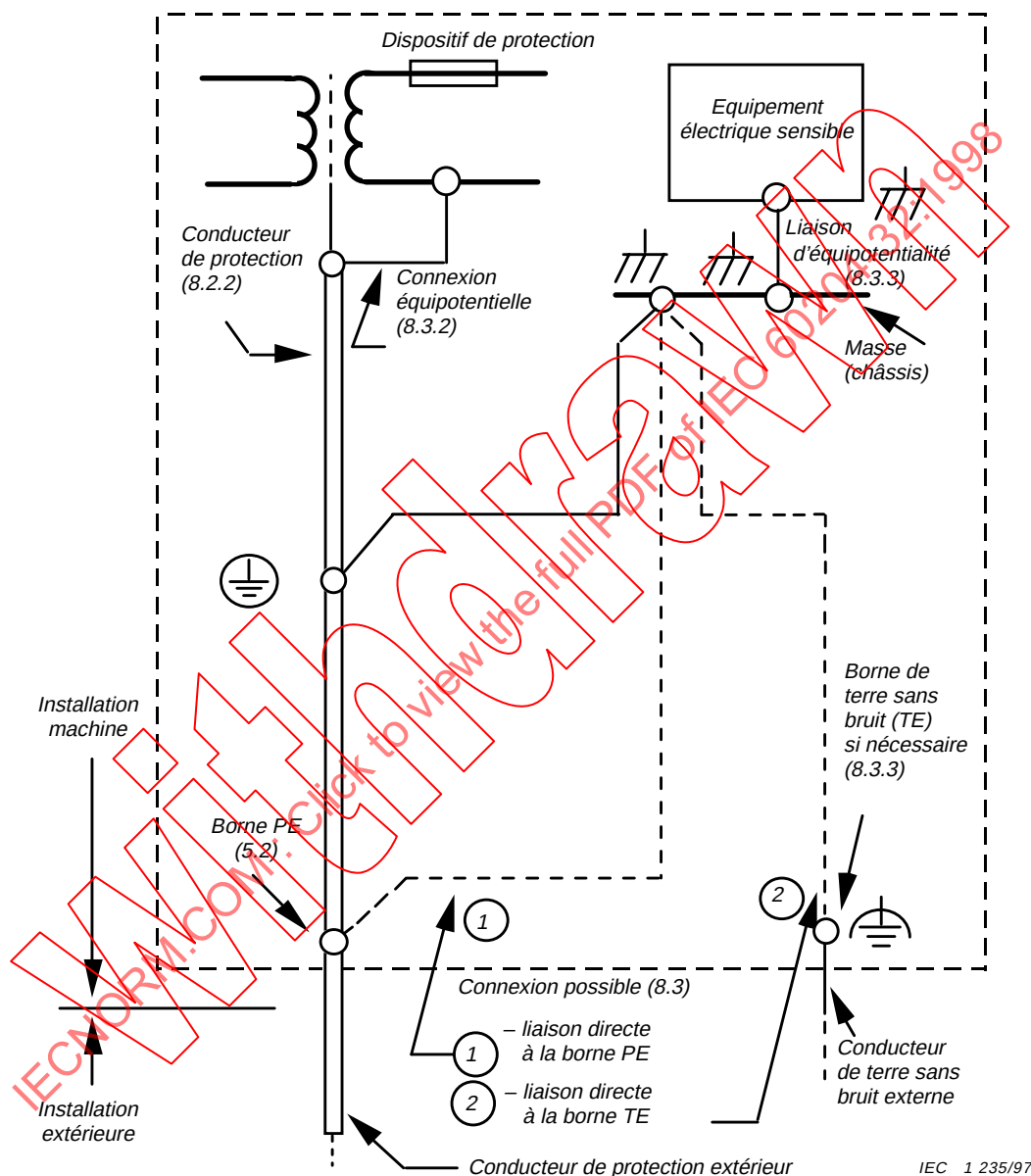


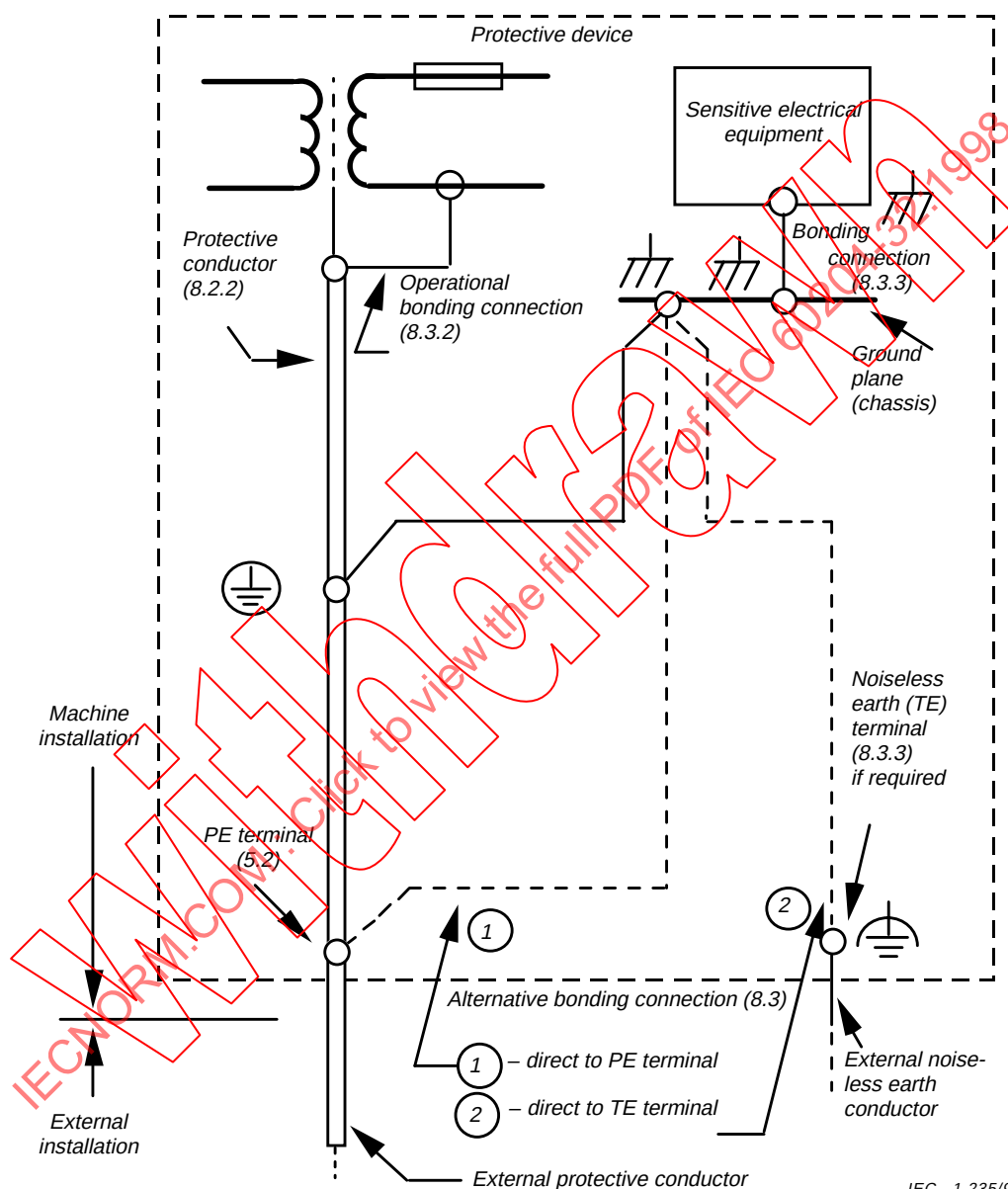
Figure 4 – Exemple de liaisons équipotentielles pour l'équipement électrique d'un appareil de levage

Toutes les parties du circuit de protection 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 ces parties du circuit de protection.

Tout élément structurel de l'équipement électrique ou de l'appareil de levage peut être utilisé comme partie du circuit de protection à condition qu'il satisfasse aux prescriptions de la CEI 60364-5-54.

On mobile cranes with on-board power supplies, the protective 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 crane 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 equipment, 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 equipment to an external protective conductor.



IEC 1 235/97

Figure 4 – Example of equipotential bonding for electrical equipment of a hoisting machine

All parts of the protective bonding circuit 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 that part of the protective bonding circuit.

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

En schéma IT, la structure de l'appareil de levage doit faire partie du circuit de protection et doit être associée à un contrôleur permanent d'isolement. La liaison de la structure au circuit de protection n'est pas prescrite si tous les matériels sont conformes à 6.3.2.2.

8.2.2 Conducteurs de protection

Les conducteurs de protection doivent être identifiés conformément à 14.2.2.

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 et sa section ne doit pas être inférieure à 16 mm².

La section des conducteurs de protection doit être déterminée en accord avec les prescriptions de

- la CEI 60364-5-54, 543 ou
- la CEI 60439-1, 7.4.3.1.7 selon les cas.

Cette exigence se vérifie dans la plupart des cas si les sections des conducteurs actifs associés à une partie de l'équipement et celles des conducteurs de protection associés sont conformes au tableau 1.

8.2.3 Continuité du circuit de protection

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

La résistance de n'importe quelle partie du circuit de protection doit être telle qu'une tension de contact dangereuse ne puisse apparaître sur les masses en cas de défaut de l'isolation (voir la CEI 60364-5-54, 543.2 et 543.3).

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 soin des problèmes de corrosion électrolytique.

Les canalisations métalliques, flexibles ou rigides et les gaines de câbles métalliques 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.

La continuité du circuit de protection doit être assurée pour les équipements électriques montés sur des couvercles, des portes, des plaques de fermeture. Il est recommandé d'utiliser un conducteur de protection (voir 8.2.2). Sinon on doit utiliser des systèmes de fermeture, des charnières ou des contacts glissants prévus pour présenter une faible résistance (voir 19.2).

La continuité des circuits de protection des câbles susceptibles d'être endommagés (par exemple câbles souples rampants) doit être assurée par des mesures appropriées (par exemple surveillance).

Pour les prescriptions relatives à la continuité du circuit de protection utilisant des collecteurs bobinés ou à barres, voir 13.8.2.

Les rails d'appareils de levage peuvent être connectés au circuit de protection. Toutefois, ils ne doivent pas remplacer les conducteurs de protection (par exemple câble, collecteur bobiné ou à barres) entre l'alimentation et l'appareil de levage.

If an IT distribution system is used, the hoisting machine structure shall be used as part of the protective bonding circuit in conjunction with an earth fault supervision system. The structural bonding is not required where all the equipment provided is in accordance with 6.3.2.2.

8.2.2 Protective conductors

Protective conductors shall be identified in accordance with 14.2.2.

Copper conductors should be used. Where a conductor material other than copper is used, its electrical resistance per unit length shall not exceed that of the allowable copper conductor, and such conductors shall be not less than 16 mm² in cross-sectional area.

The cross-sectional area of protective conductors shall be determined in accordance with the requirements of:

- IEC 60364-5-54, 543, or
- IEC 60439-1, 7.4.3.1.7 as appropriate.

This requirement is met in most cases where the relationship between the cross-sectional area of the phase conductors associated with that part of the equipment and the cross-sectional area of the associated protective conductor is in accordance with table 1.

8.2.3 Continuity of the protective bonding circuit

All exposed conductive parts of the electrical equipment and the hoisting machine 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.

The resistance of any part of the protective bonding circuit shall be such that a hazardous touch voltage will not be present on exposed conductive parts in the event of an insulation failure (see IEC 60364-5-54, 543.2, and 543.3).

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.

Where the electrical equipment is mounted on lids, doors, or cover plates, continuity of the protective bonding circuit shall be ensured, and it is recommended that a protective conductor (see 8.2.2) is used. Otherwise fastenings, hinges or sliding contacts designed to have a low resistance shall be used (see 19.2).

The continuity of the protective conductor in cables that are exposed to damage (e.g. flexible trailing cables) shall be ensured by appropriate measures (e.g. monitoring).

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

Rails of hoisting machines may be connected to the protective bonding circuit. However, they shall not replace the protective conductor (e.g. cable, collector wire or collector bar) from the supply source to the hoisting machine.

L'équipement électrique des appareils de levage destinés à être utilisés sur différents sites (appareils de levage transportables) doit être conçu de manière à fonctionner quelles que soient les liaisons à la terre. S'il est utilisé en schéma IT ou TT, le circuit de protection d'un appareil de levage doit être connecté à la prise de terre du site.

8.2.4 Exclusion des appareils de sectionnement du circuit de protection

Le circuit de protection ne doit comprendre ni appareil de connexion ni dispositif de protection contre les surintensités (par exemple interrupteur, fusible), ni organe de détection de courant appartenant à ces dispositifs. Les seuls éléments d'interruption qu'il est permis de monter dans le circuit de protection sont des barrettes ne pouvant être ouvertes que par des personnes averties ou qualifiées pour certains essais ou mesures, de préférence au moyen d'un outil (voir aussi la CEI 60364-5-54, 543.3).

Exception: 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 Pièces dont le raccordement au circuit de protection n'est pas nécessaire

Il n'est pas nécessaire de raccorder au circuit de protection certaines masses si, par leur montage, elles ne présentent pas de danger du fait

- qu'elles ne peuvent pas être touchées sur de larges surfaces ou saisies par la main et qu'elles sont de faibles dimensions (moins de 50 mm x 50 mm environ), ou
- qu'elles sont placées de telle façon qu'un contact avec des parties actives ou une défaillance de l'isolation est improbable.

Ce paragraphe s'applique aux petites pièces telles que vis, rivets, plaques signalétiques et aux pièces situées à l'intérieur d'une enveloppe, quelles que soient leurs dimensions (par exemple électro-aimants de contacteurs ou de relais, parties mécaniques des appareils) (voir aussi la CEI 60364-4-47, 471.2.2).

8.2.6 Interruption du circuit de protection

Lorsque la continuité du circuit de protection peut être interrompue par des connecteurs, collecteurs mobiles de courant et des ensembles fiche-prise, 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 14.4.5).

Les enveloppes métalliques des connecteurs et des prises de courant généralisées doivent être connectées au circuit de protection, sauf s'ils sont utilisés en TBTP.

8.2.7 Points de raccordement du conducteur 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, par exemple, être utilisés pour la connexion d'accessoires ou d'éléments.

The electrical equipment of hoisting machines intended to be used at different sites (transportable hoisting machines) shall be designed to accept different power supply conditions. When used with IT or TT systems, the protective bonding circuit of the hoisting machine shall be connected to the earthing system of the site.

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) nor a means for current detection for such devices. The only means permitted for interruption of the protective conductors shall be links intended to be opened only by instructed or skilled persons for certain test or measurement purposes, preferably by using a tool (see also IEC 60364-5-54, 543.3).

Exception: It is permissible to include such 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 Parts that need not be connected to the protective bonding circuit

It is not necessary to connect exposed conductive parts to the protective bonding circuit where those parts are mounted so that they do not constitute a hazard because:

- they cannot be touched on large surfaces or grasped with the hand and they are small in size (less than approximately 50 mm × 50 mm); or
- they are located so that either contact with live parts, or an insulation failure, is unlikely.

This applies to small parts such as screws, rivets, and nameplates, and to parts inside an enclosure, irrespective of their size (e.g. electromagnets of contactors or relays and mechanical parts of devices) (see also IEC 60364-4-47, 471.2.2).

8.2.6 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 14.4.5).

Metallic housings of plug/socket combinations shall be connected to the protective bonding circuit, except where used for PELV.

8.2.7 Protective conductor 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 attach or connect appliances or parts.

Chaque point de raccordement du conducteur de protection doit être identifié comme tel par le symbole 60417-2-IEC-5019:



Cette identification peut être remplacée, pour les bornes utilisées au raccordement du conducteur de protection, par la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE. Concernant l'usage des lettres PE, voir 5.2.

8.3 Liaisons équipotentielle fonctionnelles

8.3.1 Généralités

Le but d'une liaison équipotentielle fonctionnelle est de diminuer

- les conséquences d'une défaillance de l'isolation sur le fonctionnement de la machine (voir 8.3.2);
- les conséquences de perturbations électriques sur le fonctionnement d'équipements électriques sensibles (voir 8.3.3).

8.3.2 Liaison au circuit de protection

Une méthode de protection contre un fonctionnement intempestif résultant d'une défaillance de l'isolement peut être réalisée en connectant une des polarités du circuit de commande alimenté par transformateur au circuit de protection, les appareils de commande étant raccordés sur le circuit conformément 9.1.4. Ce raccordement doit être effectué à l'origine de l'alimentation du circuit de commande.

L'attention est attirée sur le fait que l'absence de raccordement des masses des équipements au circuit de protection, autorisé en 6.3.2.2 à 6.3.2.3, supprime l'efficacité des mesures de sécurité de ce paragraphe.

8.3.3 Liaisons à un potentiel de référence commun

Les effets des perturbations peuvent être réduits en utilisant un conducteur de faible résistance, dans un réseau à basse impédance utilisé comme niveau de référence pour les signaux de haute fréquence à l'intérieur de l'équipement électrique (par exemple le châssis ou le plan de référence). La conception des points de raccordement de l'équipotentialité doit réduire autant que possible l'impédance par rapport au plan de référence. Ces points de raccordement doivent être identifiés par le symbole 60417-2-IEC-5020 (voir figure 4):



La liaison à un potentiel de référence commun autre que celui délivré par le circuit de protection ou la borne de raccordement à un conducteur de terre extérieur (terre sans bruit) doit être autorisée sous réserve de respecter les prescriptions des articles 6 et 7.

Une connexion unique reliée directement à un point aussi proche que possible de la borne PE (voir figure 4 ①), ou à une borne qui lui est propre en vue d'assurer son raccordement à un conducteur de terre extérieur (terre sans bruit) doit être adoptée, si besoin est, pour réduire les perturbations de mode commun (voir figure 4 ②). Cette dernière borne doit être identifiée par le symbole 60417-2-IEC-5018:



Each protective conductor connecting point shall be identified as such using the symbol 60417-2-IEC-5019.



Alternatively, terminals for the connection of the protective conductor may be identified by the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW. For the use of the letters PE, see 5.2.

8.3 Bonding for operational purposes

8.3.1 General

The objective of operational bonding is to minimize:

- the consequence of an insulation failure on the operation of the machine (see 8.3.2);
- the consequences of electrical disturbances on the operation of sensitive electrical equipment (see 8.3.3).

8.3.2 Bonding to the protective circuit

One method for protection against unintended operation as a result of insulation failures is achieved by connecting one side of the control circuit fed by a transformer to the protective bonding circuit, with the control devices connected in accordance with 9.1.4. This connection shall be made at the source of the control circuit supply.

Attention is drawn to the fact that by omitting the connection of the exposed conductive parts of the devices to the protective bonding circuit as permitted by 6.3.2.2 and 6.3.2.3, the safety measures of this subclause may not be effective.

8.3.3 Bonding to a common reference potential

The effects of disturbances can be reduced by employing a low resistance conductor in a low impedance network that is used as a reference level for high frequency signals within the electrical equipment (e.g. the chassis or ground plane). The design of the bonding connections shall be such as to reduce the impedance to the ground plane as much as possible. Such termination points shall be identified by the symbol 60417-2-IEC-5020 (see figure 4):



Bonding to a common reference potential other than that provided by the protective bonding circuit or to the terminal for connection to an external (noiseless earth) earth conductor shall be permitted, providing the requirements of clauses 6 and 7 are met.

Single point bonding connected directly to a point as close as possible to the PE terminal (see figure 4 ①) or to its own terminal for connection to an external (noiseless) earth conductor shall be used, where appropriate, to minimize common mode interferences (see figure 4 ②). This latter terminal shall be identified by the symbol 60417-2-IEC-5018:



9 Circuits et fonctions de commande

9.1 Circuits de commande

Pas applicable pour les dispositifs portables à commande directe (voir 3.31).

9.1.1 Alimentation du circuit de commande

Des transformateurs doivent être utilisés pour alimenter les circuits de commande. Ces transformateurs doivent être à enroulements séparés. Si plusieurs transformateurs sont utilisés, il est recommandé de raccorder leurs enroulements de manière que les tensions secondaires soient en phase.

Quand les circuits de commande DC sont raccordés au circuit de protection (voir 8.2.1), ils doivent être alimentés par un enroulement séparé du transformateur du circuit de commande AC ou par un autre transformateur de circuit de commande.

Les transformateurs ne sont pas obligatoires pour les machines munies d'un seul démarreur de moteur et au maximum de deux appareils de commande (par exemple dispositif de verrouillage, boîtier de commande marche/arrêt).

Pour des raisons d'essais et/ou de maintenance, il convient que les appareils de levage avec plusieurs mouvements électriques incorporent des moyens pour alimenter un circuit de commande sans alimenter le circuit de puissance.

9.1.2 Tensions du circuit de commande

Il convient que les valeurs des tensions de commande soient compatibles avec un fonctionnement correct du circuit de commande. La tension assignée ne doit pas dépasser 277 V lorsqu'elle est fournie par un transformateur.

9.1.3 Protection

Les circuits de commande doivent être fournis avec une protection contre les surintensités conformément à 7.2.4 et 7.2.10.

9.1.4 Raccordement des appareils de commande

Dans les circuits de commande dont une polarité est reliée (ou est destinée à être reliée) au circuit de protection (voir 7.2.4), une borne (ayant de préférence toujours le même marquage) de la bobine de chaque appareil à commande électromagnétique, ou une borne de tout autre appareil électrique doit être reliée directement à cette polarité du circuit de commande. Tout élément de commutation (par exemple les contacts) des appareils de commande qui manoeuvrent la bobine ou l'appareil doit être placé entre l'autre borne de la bobine ou de l'appareil et l'autre polarité du circuit de commande (c'est-à-dire celle qui n'est pas reliée au circuit de protection).

Les **exceptions** suivantes sont autorisées:

- les contacts des dispositifs de protection (par exemple relais de surcharge) peuvent être raccordés entre cette polarité reliée au circuit de protection et les bobines, dans la mesure où les conducteurs entre de tels contacts et les bobines des dispositifs de commande sur lesquels les contacts du relais agissent sont dans la même enveloppe et où la liaison est si courte et d'un type tel qu'un défaut de terre est improbable;
- si les prescriptions de 9.4.3.1 sont satisfaites.

9 Control circuits and control functions

9.1 Control circuits

Not applicable for hand-held direct-control devices (see 3.31).

9.1.1 Control circuit supply

Transformers shall be used for supplying the control circuits. Such transformers shall have separate windings. Where several transformers are used, it is recommended that the windings of those transformers be connected in such a manner that the secondary voltages are in phase.

Where d.c. control circuits are connected to the protective bonding circuit (see 8.2.1), they shall be supplied from a separate winding of the a.c. control circuit transformer, or by another control circuit transformer.

Transformers are not mandatory for machines with a single motor starter and a maximum of two control devices (e.g. interlock device, start/stop control station).

For testing and/or maintenance purposes, hoisting machines with more than one electrical motion drive should incorporate means to energize a drive control circuit without energizing its power circuit.

9.1.2 Control circuit voltages

The value of the control voltage should be consistent with the correct operation of the control circuit. The nominal voltage shall not exceed 277 V when supplied from a transformer.

9.1.3 Protection

Control circuits shall be provided with overcurrent protection in accordance with 7.2.4 and 7.2.10.

9.1.4 Connection of control devices

In control circuits with one side connected (or intended to be connected) to the protective bonding circuit (see 7.2.4), one terminal (preferably always having the same marking) of the operating coil of each electromagnetically operated device or one terminal of any other electrical device shall be connected directly to that side of the control circuit. All switching elements (e.g. contacts) of control devices that operate the coil or the device shall be inserted between the other terminal of the coil or device and the other side of the control circuit (i.e. the side that is not connected to the protective bonding circuit).

The following **exceptions** are permitted:

- contacts of protective devices (e.g. overload relays) may be connected between that side connected to the protective bonding circuit and the coils, provided that the conductors between such contacts and the coils of the control devices on which the relay contacts operate are in the same control enclosure, and that the connection is so short and of a type that an earth fault is unlikely;
- where the requirements of 9.4.3.1 are met.

9.2 Fonctions de commande

9.2.1 Fonctions de marche

Les fonctions de marche doivent agir par excitation du circuit correspondant (9.2.5.2).

9.2.2 Fonctions d'arrêt

Il existe trois catégories d'arrêt:

- catégorie 0: arrêt par suppression immédiate de l'alimentation aux actionneurs (c'est-à-dire arrêt non contrôlé – voir 3.63);
- catégorie 1: arrêt contrôlé (voir 3.12) en maintenant l'alimentation aux actionneurs jusqu'à l'arrêt de l'appareil de levage, puis coupure de la puissance quand l'arrêt est obtenu;
- catégorie 2: arrêt contrôlé en maintenant l'alimentation aux actionneurs.

NOTE – A l'exception des modes d'urgence (voir 9.2.5.4), et en fonction de l'évaluation du risque, la coupure de l'alimentation peut être réalisée par des composants électromécaniques ou à semi-conducteurs.

9.2.3 Modes de marche

Chaque machine peut avoir un ou plusieurs modes de marche qui sont déterminés par le type de machine et son application.

Si le changement de mode de marche peut entraîner des conditions dangereuses, cette opération doit être évitée par un dispositif approprié (par exemple commutateur à clef, code d'accès). La sélection d'un mode de marche ne doit pas par elle-même provoquer la mise en marche de l'appareil de levage. Une autre action de l'opérateur doit être requise.

La protection par protecteurs doit rester effective dans tous les modes de marche (voir 9.2.4 pour la neutralisation provisoire des protections sous conditions spéciales).

L'indication du mode de marche choisi doit être fournie (par exemple position du sélecteur de mode, voyant lumineux, écran).

9.2.4 Neutralisation provisoire de la protection par protecteur

Quand il est nécessaire de neutraliser la protection par protecteur (par exemple à des fins de réglage ou de maintenance), un dispositif de choix de mode ou un moyen susceptible d'être bloqué (par exemple verrouillé) dans le mode désiré doit être fourni pour éviter un fonctionnement automatique. De plus, il est recommandé d'adopter une ou plusieurs des dispositions suivantes:

- mise en marche du mouvement par un appareil de commande nécessitant une action maintenue ou par un appareil de commande similaire;
- un pupitre de commande portable (par exemple pendentif) comportant un arrêt d'urgence et s'il le faut, un dispositif de validation. Quand un pupitre de commande portable est utilisé, les mouvements ne peuvent être commandés qu'à partir du pupitre;
- limitation de vitesse ou de puissance du mouvement;
- limitation de l'amplitude du mouvement.

9.2 Control functions

9.2.1 Start functions

Start functions shall operate by energizing the relevant circuit (see 9.2.5.2).

9.2.2 Stop functions

There are three categories of stops as follows:

- category 0: stopping by immediate removal of power to the hoisting machine actuators (i.e. an uncontrolled stop – see 3.63);
- category 1: a controlled stop (see 3.12) with power available to the hoisting machine actuators to achieve the stop and then removal of power when the stop is achieved;
- category 2: a controlled stop with power left available to the hoisting machine actuators.

NOTE – With the exception of emergency stop and/or emergency switching off (see 9.2.5.4), and depending upon the risk assessment, removal of power may be accomplished by the use of either electromechanical or solid-state components.

9.2.3 Operating modes

Each hoisting machine can have one or more operating modes determined by the type of hoisting machine and its application.

When a hazardous condition can result from a mode selection, such selection shall be prevented by suitable means (e.g. key operated switch, access code). Mode selection by itself shall not initiate hoisting machine operation. A separate action by the operator shall be required.

Safeguarding shall remain effective for all operating modes. (See 9.2.4 for suspension of safeguarding under special conditions.)

Indication of the selected operating mode shall be provided (e.g. the position of a mode selector, the provision of an indicating light, a visual display indication).

9.2.4 Suspension of safeguarding

Where it is necessary to suspend safeguarding, (e.g. for setting or maintenance purposes), a mode selection device or means capable of being secured (e.g. locked) in the desired mode shall be provided so as to prevent automatic operation. In addition, one or more of the following means should be provided:

- initiation of motion by a hold-to-run device or by a similar control device;
- a portable control station (not cable-less) with an emergency stop device and, where appropriate, an enabling device. Where a portable station is in use, motion may be initiated only from that station;
- limitation of the speed or the power of motion;
- limitation of the range of motion.

9.2.5 Fonctionnement

9.2.5.1 Généralités

Les verrouillages nécessaires (voir 9.3) doivent être prévus pour un fonctionnement sûr.

Des dispositions doivent être prises pour empêcher tout démarrage intempestif après tout arrêt de l'appareil de levage (par exemple en cas de déverrouillage, de défaut d'alimentation, de remplacement de batterie, de perte de signal pour une commande sans fil).

Un redémarrage de l'appareil de levage ne doit être possible que par une commande délibérée.

9.2.5.2 Marche

Le démarrage ne doit être possible que si les protecteurs de sécurité sont en place et opérationnels, sauf dans les conditions décrites en 9.2.4.

Des verrouillages appropriés doivent être prévus pour assurer une séquence de démarrage correcte.

Sur des appareils de levage nécessitant l'utilisation de plusieurs postes de commande pour initialiser un démarrage,

- chaque poste doit comporter un appareil de commande manuel de marche séparé;
- toutes les conditions requises pour le fonctionnement de l'appareil de levage doivent être remplies;
- tous les appareils de commande de marche doivent être en position «relâchée» avant qu'une commande puisse être autorisée;
- tous les appareils de commande de marche doivent être manoeuvrés de façon concomitante (voir 3.7).

9.2.5.3 Arrêt

Des arrêts de catégorie 0, 1 et/ou 2 doivent être prévus s'ils sont recommandés par l'évaluation du risque et par les prescriptions fonctionnelles pour l'appareil de levage (voir 4.1). Les arrêts de catégorie 0 et 1 doivent être opérationnels quel que soit le mode de fonctionnement (voir 9.2.3) et l'arrêt de catégorie 0 doit être prioritaire. Les fonctions d'arrêt doivent être prioritaires sur les fonctions associées de marche (voir 9.2.5.2).

Sur demande, des moyens de raccordement des dispositifs de protection et de verrouillage doivent être prévus. Si ce dispositif de protection ou de verrouillage est à l'origine d'un arrêt de l'appareil de levage, cela peut être signalé à la partie logique du système de commande. Le réarmement de la fonction d'arrêt ne doit pas générer de condition dangereuse.

9.2.5.4 Modes d'urgence (arrêt d'urgence, coupure d'urgence)

9.2.5.4.1 Généralités

La présente norme donne des prescriptions relatives à l'arrêt d'urgence et à la coupure d'urgence pour les modes d'urgence indiqués dans l'annexe C. Ces deux modes sont initiés, dans cette norme, par une action humaine. La fonction d'arrêt d'urgence est restreinte aux mouvements des entraînements. Pour d'autres fonctions d'arrêt relatives à la sécurité, voir 11.3.4.

Une fonction d'arrêt d'urgence ne doit présenter que des composants électromécaniques connectés. De plus, son fonctionnement ne doit pas dépendre de logique électronique (matériel ou logiciel) ou de la transmission de commandes sur des réseaux.

9.2.5 Operation

9.2.5.1 General

The necessary interlocks (see 9.3) shall be provided for safe operation.

Measures shall be taken to prevent movement of the hoisting machine in an unintended manner after any stopping of the hoisting machine (e.g. due to locked-off condition, power supply fault, battery replacement, lost signal condition with cableless control).

A restart of the hoisting machine shall be possible only by an intended restart command.

9.2.5.2 Start

The start of an operation shall be possible only when all of the safeguards are in place and are functional except for conditions as described in 9.2.4.

Suitable interlocks shall be provided to secure correct sequential starting.

On hoisting machines requiring the use of more than one control station to initiate a start:

- each control station shall have a separate manually actuated start control device;
- all required conditions for hoisting machine operation shall be met;
- all start control devices shall be in the released (off) position before a start may be permitted;
- all start control devices shall be actuated concurrently (see 3.7).

9.2.5.3 Stop

Category 0, category 1 and/or category 2 stops shall be provided where indicated by the risk assessment and the functional requirements of the hoisting machine (see 4.1). Category 0 and category 1 stops shall be operational regardless of operating modes (see 9.2.3) and category 0 shall take priority. Stop functions shall override related start functions (see 9.2.5.2).

Where required, facilities to connect protective devices and interlocks shall be provided. If such a protective device or interlock causes a stop of the hoisting machine, it may be necessary for that condition to be signalled to the logic of the control system. The reset of the stop function shall not initiate any hazardous condition.

9.2.5.4 Emergency operations (emergency stop, emergency switching off)

9.2.5.4.1 General

This standard specifies the requirements for the emergency stop and the emergency switching off functions of the emergency operations listed in annex C, both of which, in this standard, are initiated by a single human action. The emergency stop function is restricted to the movement of motion drives. For other safety-related functions see 11.3.4.

An emergency operation function shall have only hardwired electromechanical components. In addition, its operation shall not depend on electronic logic (hardware or software), or on the transmission of commands over a communications network or link.

9.2.5.4.2 Arrêt d'urgence

Les appareils de levage doivent avoir une fonction d'arrêt d'urgence qui stoppe au moins les mouvements des entraînements. Cette fonction doit être un arrêt de catégorie 0.

Outre les prescriptions d'un arrêt (voir 9.2.5.3), l'arrêt d'urgence répond aux prescriptions suivantes:

- il doit être prioritaire par rapport à toutes les autres fonctions et commandes dans tous les modes;
- l'énergie sur les actionneurs qui peut occasionner une ou des conditions dangereuses doit être supprimée aussi rapidement que possible sans créer d'autre(s) risque(s) (par exemple en initiant un dispositif de frein mécanique qui ne nécessite aucune énergie extérieure, pour l'arrêt);
- le réarmement ne doit pas provoquer un redémarrage.

9.2.5.4.3 Coupure d'urgence

Les aspects fonctionnels de la coupure d'urgence sont donnés dans la CEI 60364-4-46.

Il convient de fournir une coupure d'urgence dans les cas où

- la protection contre les contacts directs (par exemple collecteurs, barres, assemblages glissants, ensembles d'appareillage dans des zones de service électrique) est seulement réalisée par mise hors de portée, ou par obstacle (voir 6.2.6); ou
- d'autres dangers ou dommages dus à l'électricité peuvent se produire.

La coupure d'urgence est réalisée par la coupure de l'alimentation de l'appareil de levage (interrupteur d'alimentation de grue) ou d'une de ses parties, réalisant une fonction d'arrêt d'urgence de l'appareil de levage ou des entraînements connectés.

9.2.5.5 Contrôle de l'action des commandes

Tout mouvement ou action d'un appareil de levage ou d'une de ses parties qui pourrait entraîner une condition dangereuse doit être contrôlé. Pour les appareils de levage à commande manuelle, les opérateurs peuvent prévoir ce contrôle. Des situations qui ne peuvent pas être raisonnablement contrôlées par l'opérateur nécessitent des moyens tels que le limiteur de position, la détection de survitesse des moteurs, la détection de surcharge mécanique ou le dispositif anti-collision.

9.2.5.6 Commande nécessitant une action maintenue

Une commande nécessitant une action maintenue nécessite une action continue sur le ou les appareils de commande pour être effective.

9.2.5.4.2 Emergency stop

Hoisting machines shall have an emergency stop function, which shall at least stop the motion drives. This emergency stop shall function as a category 0 stop.

In addition to the requirements for stop (see 9.2.5.3), the emergency stop function has the following requirements:

- it shall override all other functions and operations in all modes;
- power to the hoisting machine actuators of motion drives that can cause a hazardous condition(s) shall be removed as quickly as possible without creating other hazards (e.g. by the provision of mechanical brakes requiring no external power for stopping);
- reset shall not initiate a restart.

9.2.5.4.3 Emergency switching off

The functional aspects of emergency switching off are given in IEC 60364-4-46.

Emergency switching off should be provided where:

- protection against direct contact (e.g. with collector wires, collector bars, slip-ring assemblies, controlgear in electrical operating areas) is achieved only by placing them out of reach or by obstacles (see 6.2.6); or
- there is the possibility of other hazards or damage caused by electricity.

Emergency switching off is accomplished by disconnecting the incoming supply of the hoisting machine (crane-supply-switch) or parts of it, effecting an emergency stop of the hoisting machine or the drives connected to those parts.

9.2.5.5 Monitoring of command actions

Movement or action of a hoisting machine or part of a hoisting machine that can result in a hazardous condition shall be monitored. On manually controlled hoisting machines, operators can provide some of this monitoring. Conditions that cannot reasonably be expected to be monitored by the operator will require means which may include overtravel limiters, motor overspeed detection, mechanical overload detection or anti-collision devices.

9.2.5.6 Hold-to-run controls

Hold-to-run controls shall require continuous actuation of the control device(s) to achieve operation.

9.2.5.7 Commande bimanuelle

Il y a trois types de commandes bimanuelles, dont le choix dépend de l'évaluation du risque. Ils doivent comporter les caractéristiques suivantes.

- Type I: ce type requiert ce qui suit:
 - la fourniture de deux appareils de commande imposant une manoeuvre concomitante par les deux mains;
 - une manoeuvre continue durant la condition dangereuse;
 - le fonctionnement de l'appareil de levage doit s'interrompre dès que l'un des deux appareils de commande est relâché, si les conditions restent dangereuses.
- Type II: commande de type I nécessitant le relâchement des deux appareils de commande avant qu'un redémarrage de l'appareil de levage puisse être réinitialisé.
- Type III: commande de type II nécessitant une action concomitante des appareils de commande dans les conditions suivantes:
 - les appareils de commande doivent être manoeuvrés dans un intervalle de temps limité ne dépassant pas 0,5 s (voir annexe A);
 - si ce temps limité est dépassé, les deux appareils de commande doivent être relâchés avant qu'un nouveau fonctionnement ne puisse être réinitié.

9.2.5.8 Dispositif de validation

Un dispositif d'habilitation est un appareil manuel de commande supplémentaire, utilisé en combinaison avec une commande de marche et qui, continuellement appuyé, autorise le fonctionnement d'un appareil de levage.

Lorsqu'un dispositif d'habilitation est prévu comme partie d'un système, sa conception ne doit permettre le mouvement que dans une seule position de l'organe de service. Dans toute autre position, le fonctionnement doit être arrêté.

Il doit présenter les caractéristiques suivantes:

- être connecté à un arrêt de catégorie 0 ou 1 (voir 9.2.2);
- être conçu selon des principes ergonomiques;
- pour le type à deux positions:
 - position 1: interrupteur en fonction de mise hors tension (organe de service au repos);
 - position 2: fonction autorisée (organe de service appuyé);
- pour le type à trois positions:
 - position 1: interrupteur en fonction de mise hors tension (organe de service au repos);
 - position 2: fonction autorisée (organe de service appuyé en position du milieu);
 - position 3: fonction de mise hors tension (organe de service appuyé au-delà de la position du milieu).

Lors du retour de la position 3 à la position 2, la fonction ne doit pas être autorisée.

9.2.5.9 Appareils de levage commandés par un opérateur

Les appareils de levage commandés par un opérateur doivent utiliser soit des commandes à action maintenue, soit des dispositifs à deux positions (voir 9.2.5.8) pour leur fonctionnement; cette prescription n'est pas applicable à des appareils de levage commandés par cabine avec des dispositifs limiteurs si aucune condition dangereuse ne peut exister.

9.2.5.7 Two-hand control

Three types of two-hand control are available, the selection of which is determined by the risk assessment. These shall have the following features:

- Type I: This type requires the following:
 - the provision of two control devices and their concurrent actuation by both hands;
 - continuous concurrent actuation during the hazardous condition;
 - hoisting machine operation shall cease upon the release of either one or both of the control devices when hazardous conditions are still present.
- Type II: A type I control requiring the release of both control devices before hoisting machine operation may be reinitiated.
- Type III: A type II control requiring concurrent actuation of the control devices as follows:
 - it shall be necessary to actuate the control devices within a certain time limit of each other, not exceeding 0,5 s (see annex A);
 - where this time limit is exceeded, both control devices shall be released before operation may be reinitiated.

9.2.5.8 Enabling device

An enabling device is an additional manually operated control device used in conjunction with a start control and which, when continuously actuated, allows a hoisting machine to function.

When an enabling device is provided as a part of a system, it shall be designed to allow motion when actuated in one position only. In any other position motion shall be stopped.

It shall have the following features:

- be connected to a category 0 stop or to a category 1 stop (see 9.2.2);
- be designed in consideration of ergonomic principles;
- for a two-position type:
 - position 1: off-function of the switch (actuator is not operated);
 - position 2: enabling function (actuator is operated);
- for a three-position type:
 - position 1: off-function of the switch (actuator is not operated);
 - position 2: enabling function (actuator is operated in its mid position);
 - position 3: off-function (actuator is operated past its mid position).

When returning from position 3 to position 2, the function shall not be enabled.

9.2.5.9 Operator controlled hoisting machines

Operator controlled hoisting machines shall use either hold-to-run controls or two-position enabling devices (see 9.2.5.8) for operation; this requirement does not apply to cabin controlled hoisting machines with overtravel limiting devices where no hazardous condition can occur.

9.2.5.10 Dispositifs de commande manuels à action directe

Des dispositifs de commande manuels à action directe sont admis pour des appareils de levage ne dépassant pas les valeurs assignées de 500 V en courant alternatif et de 7,5 kW. Ils doivent être protégés contre les contacts indirects conformément à 6.3.2.2.

9.2.5.11 Choix d'une cabine de commande

Pour les appareils de levage avec plusieurs cabines de commande pour le même mouvement (par exemple la cabine de commande et de sol), une seule cabine doit effectuer les commandes à tout moment. Pour l'arrêt d'urgence, voir 9.2.5.4.2 et 10.7.1).

Des dispositions doivent être prévues pour indiquer l'état opérationnel de la cabine de commande.

9.2.6 Commandes marche-arrêt combinées

Les boutons-poussoirs et appareils de commande analogues qui alternativement démarrent et arrêtent un mouvement lorsqu'ils sont actionnés ne doivent être utilisés que pour des fonctions ne produisant pas de condition dangereuse.

9.2.7 Commande sans fil

9.2.7.1 Généralités

Ce paragraphe traite des prescriptions fonctionnelles pour systèmes de commande utilisant des techniques sans fil (par exemple commandes radio, infrarouge) pour la transmission d'ordres et de signaux entre un système de commande de l'appareil de levage et un ou plusieurs postes de commande opérateur.

NOTE – Certaines considérations sur les applications et sur l'intégrité du système peuvent aussi s'appliquer aux fonctions de commande utilisant des techniques de transmission de série avec liaison par câble (par exemple coaxial, paire torsadée, optique).

Des moyens doivent être prévus pour débrancher facilement ou sectionner l'alimentation électrique du poste de commande l'opérateur.

Des moyens (par exemple interrupteur à clé, code d'accès) doivent être prévus, si nécessaire, pour empêcher un usage non autorisé du poste de commande opérateur.

Chaque poste de commande doit indiquer de manière non ambiguë quel est le ou les appareils de levage destinés à être commandés par le poste.

La cabine de commande de l'opérateur doit être conçue de manière qu'en cas de choc (par exemple chute au sol) aucun signal de commande non prévu ne se produise.

Si une cabine de commande peut tomber en panne et ne peut être immédiatement remise en service, d'autres moyens pour arrêter l'appareil de levage (par exemple dispositif(s) de fonctionnement d'urgence) doivent être prévus dans la zone de travail de l'opérateur.

9.2.7.2 Limitation de la commande

Des mesures doivent être prises pour s'assurer que les commandes affectent

- uniquement l'appareil de levage concerné;
- uniquement les fonctions concernées.

Des mesures doivent être prises pour éviter que l'appareil de levage ne réponde à des signaux autres que ceux des postes de commande opérateur prévus.

9.2.5.10 Handheld direct-control devices

Handheld direct-control devices are permitted for hoisting machines operating at rated values not exceeding 500 V a.c. and 7,5 kW. They shall be protected against indirect contact in accordance with 6.3.2.2.

9.2.5.11 Enabling of an operator control station

On a hoisting machine with more than one operator control station for the same motion drive, (e.g. cabin control and floor control), only one operator control station shall be enabled at any given time. For emergency stop see 9.2.5.4.2 and 10.7.1.

Means shall be provided to indicate the operational status of the operator control station.

9.2.6 Combined start and stop controls

Push-buttons and similar control devices that, when operated, alternately initiate and stop motion shall only be used for functions which cannot result in a hazardous condition.

9.2.7 Cable-less controls

9.2.7.1 General

This subclause deals with the functional requirements of control systems employing cable-less (e.g. radio, infra-red) techniques for transmitting commands and signals between a hoisting machine control system and operator control station(s).

NOTE – Some of these application and system integrity considerations may also be applicable to control functions employing serial data communication techniques where the communications link uses a cable (e.g. coaxial, twisted-pair, optical).

Means shall be provided to readily remove or disconnect the power supply of the operator control station.

Means (e.g. key operated switch, access code) shall be provided, as necessary, to prevent unauthorized use of the operator control station.

Each operator control station shall carry an unambiguous indication of which hoisting machine(s) is intended to be controlled by that operator control station.

The operator control station shall be so designed that a mechanical shock (e.g. caused by falling to the floor) is unlikely to cause an unintended signal command.

Where the operator control station could be dropped and not be immediately retrievable, other means to stop the hoisting machine (e.g. emergency stop and/or emergency switching off device(s)), shall be provided within the working area of the operator,

9.2.7.2 Control limitation

Measures shall be taken to ensure that control commands:

- affect only the intended hoisting machine;
- affect only the intended functions.

Measures shall be taken to prevent the hoisting machine from responding to signals other than those from the intended operator control station(s).

Si nécessaire, des moyens doivent être prévus pour que l'appareil de levage ne puisse être commandé qu'à partir de postes de commande opérateur situés dans une ou plusieurs zones ou emplacements prédéterminés.

9.2.7.3 Arrêt

Les postes de commande opérateur doivent comporter un moyen séparé et aisément identifiable pour initier la fonction d'arrêt de l'appareil de levage (voir 9.2.5.4.2 et 10.7.1). L'organe de service de la fonction d'arrêt ne doit pas être marqué ou étiqueté comme un arrêt d'urgence.

Le temps de réponse d'une commande sans fil ne doit pas excéder de 550 ms la commande d'arrêt.

Un appareil de levage équipé d'une commande sans fil doit disposer de moyens pour initier automatiquement et immédiatement l'arrêt de l'appareil de levage et pour prévenir les fonctionnements potentiellement dangereux, dans les situations suivantes:

- lors de la réception d'un signal d'arrêt;
- lorsqu'un défaut est détecté dans le système;
- quand un signal de validation n'a pas été détecté pendant un délai spécifié (voir annexe A), à l'exception des appareils de levage exécutant des tâches préprogrammées hors du domaine de la commande sans fil lorsqu'aucune condition dangereuse ne peut apparaître.

NOTE – Un signal de validation inclut le signal confirmant que la communication est établie et maintenue. Des valeurs pratiques sont comprises entre 0,5 s et 2 s selon l'utilisation et les caractéristiques des appareils de levage.

9.2.7.4 Transmission de série

Dans un appareil de levage où la commande de fonctions relatives de sécurité repose sur une transmission de série, des communications correctes doivent être garanties par l'usage d'une méthode de détection d'erreur apte à traiter au moins trois bits d'erreur par séquence de commande.

NOTE – Les méthodes de détection d'erreurs conformes à la CEI 60870-5-1 sont recommandées.

9.2.7.5 Utilisation de plus d'un poste de commande opérateur

Si un appareil de levage a plus d'un poste de commande opérateur, des mesures doivent être prises pour s'assurer qu'un seul poste de commande peut commander l'appareil de levage à un instant donné. L'indication du poste en service doit être prévue à des emplacements appropriés en fonction de l'évaluation du risque.

9.2.7.6 Postes de commande opérateur alimentés par accumulateurs

Une variation de la tension des accumulateurs d'alimentation ne doit pas conduire à une condition dangereuse. Si un ou plusieurs mouvements potentiellement dangereux sont commandés par un poste de commande opérateur alimenté par accumulateurs, une indication claire doit avertir l'opérateur lorsque la tension des accumulateurs est en dehors des limites spécifiées. Dans ce cas, le poste doit rester opérationnel suffisamment longtemps pour mettre l'appareil de levage dans une condition non dangereuse.

NOTE – Une durée de 10 min est normalement admise.

Where necessary, means shall be provided so that the hoisting machine can only be controlled from operator control stations in one or more predetermined zones or locations.

9.2.7.3 Stop

Operator control stations shall include a separate and clearly identifiable means to initiate the emergency stop function on the hoisting machine (see 9.2.5.4.2 and 10.7.1). This actuating means to initiate the emergency stop function shall not be marked or labelled as an emergency stop device.

The response time of a cable-less control system shall not exceed 550 ms for a stop command.

A hoisting machine which is equipped with cable-less control shall have a means of automatically initiating the stopping of the hoisting machine and of preventing a potentially hazardous operation in the following situations:

- when a stop signal is received;
- when a fault is detected in the system;
- when a valid signal has not been detected within a specified period of time (see annex A), except when a hoisting machine is executing a pre-programmed task taking it outside the range of the cable-less control where no hazardous condition can occur.

NOTE – A valid signal includes the signal that confirms that communication is established and maintained. Practical values of time are typically between 0,5 s and 2 s according to foreseen use and characteristics of hoisting machines.

9.2.7.4 Serial data communication

In a hoisting machine where the control of safety-related functions relies on serial data transfer, correct communications shall be ensured by using an error detection method that is able to cope with up to three error bits in any command sequence.

NOTE – Error detection methods in accordance with IEC 60870-5-1 are recommended.

9.2.7.5 Use of more than one operator control station

Where a hoisting machine has more than one operator control station, measures shall be taken to ensure that only one control station can be enabled at a given time. An indication of which operator control station is in control of the hoisting machine shall be provided at suitable locations as determined by the risk assessment of the hoisting machine.

9.2.7.6 Battery-powered operator control stations

A variation in the battery voltage shall not cause a hazardous condition. If one or more potentially hazardous motions are controlled using a battery-powered operator control station, a clear warning shall be given to the operator when a variation in battery voltage exceeds specified limits. Under those circumstances, the operator control station shall remain functional long enough to put the hoisting machine into a non-hazardous condition.

NOTE – A time period of 10 min is normally acceptable.

9.3 Protection par verrouillage

9.3.1 Refermeture ou remise en place d'un protecteur de sécurité interverrouillé

La refermeture ou la remise en place d'un protecteur de sécurité interverrouillé ne doit pas entraîner de mouvement ou de fonctionnement de l'appareil de levage si cela peut conduire à une condition dangereuse.

9.3.2 Limites de surcourse

Si une surcourse peut provoquer une condition dangereuse, un capteur de position ou un interrupteur de position doit être prévu pour initier une action de commande appropriée (par exemple l'arrêt de mouvements ou de l'appareil de levage). Voir aussi 9.5.

Si un dispositif limiteur a initié l'arrêt d'un mouvement d'un appareil de levage à commande manuelle, un redémarrage doit être possible, mais seulement en sens inverse.

9.3.3 Fonctions auxiliaires

Le fonctionnement correct des fonctions auxiliaires doit être contrôlé par des dispositifs appropriés (par exemple le capteur de pression).

Si l'absence de fonctionnement d'un moteur ou d'un dispositif relatif à une fonction auxiliaire (par exemple lubrification, refroidissement ou évacuation des copeaux) peut conduire à une condition dangereuse, causer des dommages à l'appareil de levage ou aux charges, un verrouillage approprié doit être prévu.

9.3.4 Interverrouillage entre opérations différentes et pour des mouvements contraires

Tous les contacteurs, relais et autres appareils de commande qui commandent des éléments de l'appareil de levage et susceptibles d'entraîner des conditions dangereuses quand ils sont manoeuvrés en même temps (par exemple commande simultanée de deux mouvements contraires) doivent être interverrouillés en vue d'interdire des opérations incorrectes.

Les contacteurs inverseurs (c'est-à-dire contrôlant le sens de rotation d'un moteur) doivent être interverrouillés de telle sorte qu'en service normal aucun court-circuit ne puisse se produire à l'instant de la commutation.

Si, par sécurité, ou pour assurer la continuité de fonctionnement, certaines fonctions de l'appareil de levage doivent être en corrélation, une coordination adéquate doit être assurée par un interverrouillage approprié. Pour un ensemble d'appareils de levage fonctionnant ensemble, de façon coordonnée et munis de plus d'un équipement de commande, on doit prendre des mesures pour coordonner le fonctionnement des équipements de commande, autant que nécessaire.

Lorsqu'une défaillance de l'organe de commande d'un frein mécanique peut entraîner le fonctionnement du frein lors de la mise sous tension de l'actionneur correspondant, et que cela peut entraîner une condition dangereuse, un interverrouillage doit être prévu pour mettre hors tension l'actionneur.

9.3 Protective interlocks

9.3.1 Reclosing or resetting of an interlocking safeguard

The reclosing or resetting of an interlocking safeguard shall not initiate hoisting machine motion or operation where that can result in a hazardous condition.

9.3.2 Overtravel limits

Where an overtravel can cause a hazardous condition, a position sensor or limit switch shall be provided to initiate appropriate control action, (e.g. the switching off of the relevant motion drives or of the hoisting machine). See also 9.5.

When a limiting device has initiated the stopping of the motion of a manually operated hoisting machine, a restart shall be possible, but only in the opposite direction.

9.3.3 Operation of auxiliary functions

The correct operation of auxiliary functions shall be checked by appropriate devices (e.g. pressure sensors).

Where the non-operation of a motor or device for an auxiliary function (e.g. lubrication, supply of coolant, swarf removal) can cause a hazardous condition, or cause damage to the hoisting machine or to the load, appropriate interlocking shall be provided.

9.3.4 Interlocks between different operations and for contrary motions

All contactors, relays, and other control devices that control elements of the hoisting machine and that can cause a hazardous condition when actuated at the same time (e.g. those which initiate contrary motion), shall be interlocked against incorrect operation.

Reversing contactors (e.g. those controlling the direction of rotation of a motor) shall be interlocked in such a way that in normal service no short circuit can occur when switching.

Where, for safety or for continuous operation, certain functions on the hoisting machine are required to be interrelated, proper co-ordination shall be ensured by suitable interlocks. For a group of hoisting machines working together in a co-ordinated manner and having more than one controller, provision shall be made to co-ordinate the operations of the controllers as necessary.

Where a failure of a mechanical brake actuator can result in the brake being applied when the associated machine actuator is energized and a hazardous condition can result, interlocks shall be provided to switch off the machine actuator.

9.3.5 Freinage par contre-courant

Quand on utilise un freinage par contre-courant pour un moteur, des mesures efficaces doivent être prises pour éviter l'inversion du sens de marche à la fin du freinage quand cette inversion peut entraîner une condition dangereuse ou endommager la machine ou les charges. L'usage d'un dispositif agissant exclusivement en fonction du temps n'est pas admis à cet effet.

Cette prescription n'est applicable que pour les appareils de levage en fonctionnement automatique.

9.4 Fonctions de commande en cas de défaillance

9.4.1 Prescriptions générales

Quand des défaillances ou des perturbations de l'équipement électrique peuvent entraîner une condition dangereuse ou endommager l'appareil de levage, des mesures appropriées doivent être prises pour minimiser la probabilité d'apparition de tels risques. Les mesures prescrites et leur importance, tant unitaires que combinées, dépendent du niveau de risque associé à leur utilisation (voir 4.1).

Les mesures pour diminuer ces risques comprennent, de façon non limitative,

- les appareils de protection sur l'appareil de levage (par exemple les protecteurs interverrouillés, dispositifs sensibles);
- le verrouillage de protection des circuits électriques;
- l'utilisation de schémas et composants éprouvés (voir 9.4.2.1);
- la redondance partielle ou complète (voir 9.4.2.2) ou la diversité (voir 9.4.2.3);
- la mise en œuvre des essais fonctionnels (voir 9.4.2.4).

En général, seules les défaillances uniques sont à prendre en compte. En cas de niveau de risque plus élevé, il peut être nécessaire de s'assurer que plus d'une défaillance ne peut aboutir à une condition dangereuse.

9.4.2 Mesures pour minimiser les risques en cas de défaillance

9.4.2.1 Utilisation de schémas et de composants éprouvés

Ces mesures comprennent entre autres

- l'équipotentialité des circuits de commande, dans un but opérationnel (9.4.3.1);
- le raccordement des appareils de commande conformément à 9.1.4;
- l'arrêt par coupure de l'énergie (9.2.2);
- la coupure de tous les conducteurs actifs de l'appareil contrôlé (voir 9.4.3.1);
- l'utilisation d'appareils de connexion à manoeuvre positive d'ouverture (voir CEI 60947-5-1);
- une conception du circuit pour réduire la possibilité de défaillances provoquant des fonctionnements indésirables.

9.3.5 Reverse current braking

Where reverse current braking is used on a motor, effective measures shall be taken to avoid the motor starting in the opposite direction at the end of braking where that reversal can cause a hazardous condition or damage to the machine or to the load. For this purpose, the use of a device operating exclusively as a function of time shall not be allowed.

This requirement is only applicable on hoisting machines in automatic operation.

9.4 Control functions in the event of failure

9.4.1 General requirements

Where failures or disturbances in the electrical equipment can cause a hazardous condition or damage to the hoisting machine, appropriate measures shall be taken to minimize the probability of such hazards occurring. The required measures and the extent to which they are implemented, either individually or in combination, depend on the level of risk associated with the respective application (see 4.1).

Measures to reduce those risks include, but are not limited to:

- protective devices on the hoisting machine (e.g. interlocking guards, trip devices);
- protective interlocking of the electrical circuit;
- use of proven circuit techniques and components (see 9.4.2.1);
- provision of partial or complete redundancy (see 9.4.2.2) or diversity (see 9.4.2.3);
- provision for functional tests (see 9.4.2.4).

In general, only single failures are to be regarded. In the event of higher levels of risk, it may be necessary to ensure that more than one failure cannot result in a hazardous condition.

9.4.2 Measures to minimize risk in the event of failure

9.4.2.1 Use of proven circuit techniques and components

These measures include, but are not limited to:

- bonding of control circuits to the protective bonding circuit for operational purposes (see 9.4.3.1);
- connection of control devices in accordance with 9.1.4;
- stopping by de-energizing (see 9.2.2);
- the switching of all live conductors to the device being controlled (see 9.4.3.1);
- the use of switching devices having positive (or direct) opening action (see IEC 60947-5-1);
- circuit design to reduce the possibility of failures causing undesirable operations.

9.4.2.2 Redondance

Par la mise en œuvre de redondance partielle ou complète, il est possible de minimiser la probabilité qu'une seule défaillance du circuit électrique ne conduise à une condition dangereuse. La redondance peut être effective en fonctionnement normal (redondance en ligne) ou réalisée par des circuits spéciaux qui prennent en charge la fonction de protection uniquement si le fonctionnement normal est perturbé (redondance hors ligne).

Quand on utilise une redondance hors ligne qui n'est pas active en fonctionnement normal, des mesures appropriées doivent être prises pour garantir que ces circuits de commande seront disponibles en cas de besoin.

9.4.2.3 Utilisation de la diversité

L'usage de circuits de commande fonctionnant selon des principes différents ou utilisant des appareils de types différents peut réduire la probabilité de dangers causés par des défauts et des défaillances. Par exemple,

- en combinant des contacts normalement ouverts et normalement fermés actionnés par des protecteurs interverrouillés;
- en utilisant des composants de types différents dans le circuit;
- en combinant des circuits électromécaniques et électroniques dans des configurations redondantes;
- en combinant des technologies électriques et non électriques (par exemple mécanique, hydraulique, pneumatique),

on peut obtenir des fonctions redondantes et mettre en œuvre la diversité.

9.4.2.4 Essais fonctionnels

Les essais fonctionnels peuvent être effectués automatiquement par le système de commande, ou manuellement par inspection ou essais, au démarrage et à intervalles prédéterminés, ou par combinaison suivant les cas (voir aussi 18.2 et 19.4).

9.4.3 Protection contre des fausses manoeuvres dues aux défauts, aux interruptions de tension et aux pertes de continuité de circuit

9.4.3.1 Défauts de masse

Les défauts de masse sur un circuit de commande ne doivent pas provoquer de départ intempestif, de mouvement potentiellement dangereux, ou empêcher l'arrêt de l'appareil de levage.

Afin de satisfaire à cette exigence, la liaison au circuit de protection peut être conforme à 8.2 et les appareils peuvent être câblés conformément à 9.1.4. Les circuits de commande qui sont alimentés à partir d'un transformateur et qui ne sont pas raccordés au circuit de protection doivent être équipés d'un circuit de surveillance d'isolement soit indiquant un défaut, soit interrompant automatiquement ce circuit en présence d'un défaut.

Si le circuit de commande est directement raccordé entre les conducteurs de phase de l'alimentation, ou entre un conducteur de phase et un conducteur neutre qui soit n'est pas relié à la terre, soit est relié à la terre à travers une impédance élevée, des auxiliaires de commande à coupure multipolaire interrompant tous les conducteurs actifs doivent être utilisés pour les fonctions MARCHE ou ARRÊT des machines pouvant entraîner une condition dangereuse ou endommager l'appareil de levage en cas de démarrage intempestif ou de défaillance de l'arrêt.

9.4.2.2 Provisions for redundancy

By providing partial or complete redundancy it is possible to minimize the probability that one single failure in the electrical circuit can result in a hazardous condition. Redundancy can be effective in normal operation (i.e. on-line redundancy), or designed as special circuits that take over the protective function (i.e. off-line redundancy) only where the operating function fails.

Where off-line redundancy which is not active during normal operation is used, suitable measures shall be taken to ensure that those control circuits are available when required.

9.4.2.3 Use of diversity

The use of control circuits having different principles of operation or using different types of devices may reduce the probability of hazards resulting from faults and/or failures. Examples include:

- the combination of normally open and normally closed contacts operated by interlocking guards;
- the use of different types of control circuit components in the circuit;
- the combination of electromechanical and electronic circuits in redundant configurations;
- the combination of electrical and non-electrical systems (e.g. mechanical, hydraulic, pneumatic) may perform the redundant function and provide the diversity.

9.4.2.4 Functional tests

Functional tests may be carried out automatically by the control system, or manually by inspection or tests at start-up and at predetermined intervals, or a combination as appropriate (see also 18.2 and 19.4).

9.4.3 Protection against maloperation due to earth faults, voltage interruptions, and loss of circuit continuity

9.4.3.1 Earth faults

Earth faults on any control circuit shall not cause unintentional starting, potentially hazardous motions, or prevent stopping of the hoisting machine.

In order to fulfil this requirement, bonding to the protective bonding circuit may be provided in accordance with 8.2, and the devices may be connected as described in 9.1.4. Control circuits fed from a transformer and not connected to the protective bonding circuit shall be provided with an insulation monitoring device that either indicates an earth fault, or interrupts the circuit automatically after an earth fault.

Where the control circuit is directly connected between the phase conductors of the supply or between a phase conductor and a neutral conductor that is not earthed, or is earthed through a high impedance, multi-pole control switches that interrupt all live conductors shall be used for START or STOP of those hoisting machine functions that can cause a hazardous condition or damage to the hoisting machine in the event of unintentional starting or failure to stop.

9.4.3.2 Interruptions de tension

Les spécifications détaillées en 7.5 doivent être appliquées.

Quand le circuit de commande utilise des dispositifs à mémoire, un fonctionnement correct doit être assuré en cas de défaillance de l'alimentation (par exemple en utilisant une mémoire non volatile) pour éviter une perte du contenu de la mémoire pouvant entraîner une condition dangereuse.

9.4.3.3 Perte de continuité de circuit

Lorsque la perte de continuité de circuits de commande relatifs à la sécurité, dépendant de contacts glissants, peut entraîner une condition dangereuse, des mesures appropriées doivent être prévues pour ces contacts (par exemple duplication de contacts glissants).

9.4.4 Protection contre les dysfonctionnements des systèmes de commande de mouvement

Dans un système de commande de mouvement à boucle fermée, des variations inadmissibles de commande pouvant entraîner une condition dangereuse doivent être détectées automatiquement, la puissance du ou des moteurs doit être coupée (arrêt de catégorie 0) et le ou les freins mécaniques doivent être mis en action (voir 15.7).

Pour les actionneurs hydrauliques ou pneumatiques mus par des convertisseurs, les mouvements doivent être stoppés immédiatement en cas de rupture d'énergie du convertisseur.

9.5 Circuits de commande de sécurité

Les circuits de sécurité qui détectent des courses excessives, des vitesses et/ou des charges pouvant entraîner des conditions dangereuses ou des dommages à l'appareil de levage ou aux charges doivent lors de la détection d'une telle condition initier un arrêt, dont la catégorie doit être déterminée par l'appareil de levage et son application.

Les essais fonctionnels doivent être réalisés selon 9.4.2.4.

10 Interface opérateur et appareils de commande montés sur l'appareil de levage

10.1 Généralités

10.1.1 Prescriptions générales

Cet article donne les prescriptions pour les dispositifs montés à l'extérieur, ou partiellement à l'extérieur des enveloppes de commande.

Pour autant qu'il est possible, ces dispositifs doivent être choisis, montés, identifiés et codés conformément à la CEI 60073 et à la CEI 60447.

10.1.2 Emplacement et montage

Autant que possible, les appareils de commande montés sur l'appareil de levage doivent être

- facilement accessibles pour le fonctionnement et la maintenance;
- montés de façon à minimiser la possibilité de dommages dus à des activités telles que des matériels de manutention.

9.4.3.2 Voltage interruptions

The requirements detailed in 7.5 shall apply.

Where the control system uses a memory device(s), proper functioning in the event of power failure shall be ensured (e.g. by using a non-volatile memory) to prevent any loss of memory that can result in a hazardous condition.

9.4.3.3 Loss of circuit continuity

Where the loss of continuity of safety-related control circuits depending upon sliding contacts can result in a hazardous condition, appropriate measures shall be taken (e.g. by duplication of the sliding contacts).

9.4.4 Protection against maloperation of a motion control system

In a closed loop motion control system for an electric motor(s), inadmissible control deviations which can cause a hazardous condition shall be detected automatically, the power to the motor(s) shall be switched off by a category 0 stop, and the mechanical brake(s) shall be applied (see 15.7).

In a hydraulic or pneumatic drive employing an energy converter, the motion shall be stopped if the electrical supply to the energy converter fails.

9.5 Safety-related control circuits

Safety-related control circuits which detect excessive travel, speeds and/or loads which can cause a hazardous condition, or cause damage to the hoisting machine or to the load shall, upon the detection of such a condition, initiate a stop, the category of which shall be determined by the risk assessment of the hoisting machine and its application.

There shall be functional tests according to 9.4.2.4.

10 Operator interface and hoisting machine mounted control devices

10.1 General

10.1.1 General device requirements

This clause contains requirements for devices mounted outside or partially outside control enclosures.

As far as is practicable, those devices shall be selected, mounted, and identified or coded in accordance with IEC 60073 and IEC 60447.

10.1.2 Location and mounting

As far as is practicable, hoisting machine mounted control devices shall be:

- readily accessible for service and maintenance;
- mounted in such a manner as to minimize the possibility of damage from activities such as material handling.

Les organes de commande des appareils manoeuvrés à la main doivent être choisis et installés de façon à

- ne pas se trouver à moins de 0,6 m, au-dessus du plancher de service et être aisément accessibles par l'opérateur lorsqu'il est dans sa position normale de travail;
- ne pas placer l'opérateur en condition dangereuse lors de leur manoeuvre;
- minimiser la possibilité de manoeuvre intempestive.

10.1.3 Protection

Une fois montés comme prévu, l'interface de l'opérateur et les appareils de commande montés sur l'appareil de levage doivent supporter les contraintes correspondant à leur usage attendu. Le degré de protection (voir CEI 60529) ainsi que les autres mesures adéquates doivent procurer la protection contre

- les effets des liquides, vapeurs ou gaz agressifs qui se trouvent dans l'environnement physique;
- l'entrée des corps étrangers polluants (par exemple copeaux, poussière, particules).

De plus, les appareils de commande de l'interface opérateur doivent présenter un degré minimal de protection contre le contact direct de IPXXD (voir CEI 60529).

10.1.4 Capteurs de position

Les capteurs de position (par exemple fin de course, détecteur de proximité) doivent être disposés de telle façon qu'ils ne soient pas endommagés dans le cas d'une surcourse.

Les capteurs de position utilisés dans des circuits ayant des fonctions relatives à la sécurité doivent être soit à manoeuvre positive (ou directe) d'ouverture (voir CEI 60947-5-1), soit présenter une fiabilité équivalente (voir 9.4.2).

10.1.5 Postes de commande portatifs et pendants

Les postes de commande opérateur portatifs et leurs appareils de commande doivent être choisis et disposés de façon à réduire les possibilités de fonctionnement intempestifs de l'appareil de levage en raison de chocs ou de vibrations (par exemple en cas de chutes, frottements, coincements du poste de commande).

10.2 Boutons-poussoirs

10.2.1 Couleurs

Les organes de service à bouton-poussoir doivent être conformes au code de couleur du tableau 2.

Les couleurs préférées pour les organes de service MARCHE/MISE SOUS TENSION sont BLANC, GRIS ou NOIR avec une préférence pour BLANC. Le VERT est aussi permis. Le ROUGE ne doit pas être utilisé.

La couleur ROUGE doit être utilisée pour les organes de service d'arrêt ou de coupure d'urgence.

Pour les organes de service ARRÊT/MISE HORS TENSION, il convient que les couleurs soient NOIR, GRIS ou BLANC avec une préférence pour NOIR. Le VERT ne doit pas être utilisé. Le ROUGE est aussi permis, mais il est recommandé que le ROUGE ne soit pas utilisé à proximité d'un appareil d'arrêt d'urgence.

The actuators of hand-operated control devices shall be selected and installed so that:

- they are not less than 0,6 m above the servicing level and are within easy reach of the normal working position of the operator;
- the operator is not placed in a hazardous situation when operating them;
- the possibility of inadvertent operation is minimized.

10.1.3 Protection

Where mounted as intended, operator interface and hoisting machine mounted control devices shall withstand the stresses of expected use. The degree of protection (see IEC 60529), together with other appropriate measures, shall afford protection against:

- the effects of aggressive liquids, vapours, or gases found in the physical environment;
- the ingress of contaminants (e.g. swarf, dust, particulate matter).

In addition, the operator interface control devices shall have a minimum degree of protection against direct contact of IPXXD (see IEC 60529).

10.1.4 Position sensors

Position sensors (e.g. position switches, proximity switches) shall be so arranged that they will not be damaged in the event of overtravel.

Position sensors used in circuits with safety-related functions either shall have positive (or direct) opening action (see IEC 60947-5-1) or shall provide similar reliability (see 9.4.2).

10.1.5 Portable and pendant control stations

Portable and pendant operator control stations and their control devices shall be so selected and arranged as to minimize the possibility of inadvertent hoisting machine operations caused by shocks and vibrations (e.g. if the operator control station is dropped or strikes an obstruction).

10.2 Push-buttons

10.2.1 Colours

Push-button actuators shall be colour-coded in accordance with table 2.

The colours for START/ON actuators should be WHITE, GREY or BLACK with a preference for WHITE. GREEN is also permitted. RED shall not be used.

The colour RED shall be used for emergency stop and emergency switching off actuators.

The colours for STOP/OFF actuators should be BLACK, GREY, or WHITE with a preference for BLACK. GREEN shall not be used. RED is also permitted, but it is recommended that RED is not used near an emergency stop and/or emergency switching off device.

BLANC, GRIS et NOIR sont les couleurs préférées pour les organes de service à bouton-poussoir qui agissent alternativement comme MARCHE/MISE SOUS TENSION et ARRÊT/MISE HORS TENSION. Les couleurs ROUGE, JAUNE ou VERT ne doivent pas être utilisées (voir aussi 9.2.6).

BLANC, GRIS et NOIR sont les couleurs préférées pour les organes de commandes à bouton-poussoir qui provoquent le fonctionnement lorsqu'ils sont manœuvrés et cessent le fonctionnement lorsqu'ils sont relâchés (par exemple les organes nécessitant une action maintenue). Les couleurs ROUGE, JAUNE et VERT ne doivent pas être utilisées.

Les organes de commande à bouton-poussoir pour le réarmement doivent être BLEU, BLANC, GRIS ou NOIR. Lorsqu'elles servent aussi de bouton ARRÊT/MISE HORS TENSION, les couleurs BLANC, GRIS ou NOIR sont préférentielles avec une grande préférence pour le NOIR. Le VERT ne doit pas être utilisé.

Tableau 2 – Code de couleurs pour organes de commande à bouton-poussoir et leur signification

Couleur	Signification	Explication	Exemple d'application
ROUGE	Urgence	Action en cas de conditions dangereuses ou d'urgence	Arrêt d'urgence Initiation d'une fonction d'urgence (voir aussi 10.2.1)
JAUNE	Anormal	Action en cas de condition anormale	Intervention pour supprimer une condition anormale Intervention pour remettre en route un cycle automatiquement interrompu
VERT	Sûr	Action pour initier une condition normale	(Voir 10.2.1)
BLEU	Obligatoire	Action en cas de condition nécessitant une action obligatoire	Fonction de réarmement
BLANC	Pas de signification spécifique assignée	Pour initiation générale de fonctions sauf l'arrêt d'urgence (voir aussi la note)	MARCHE/MISE SOUS TENSION (préférentielle) ARRÊT/MISE HORS TENSION
GRIS			MARCHE/MISE SOUS TENSION ARRÊT/MISE HORS TENSION
NOIR			MARCHE/MISE SOUS TENSION ARRÊT/MISE HORS TENSION (préférentielle)
NOTE – Lorsqu'un moyen supplémentaire de codage (par exemple forme, position, texture) est utilisé pour l'identification des organes de commande, la même couleur BLANC, GRIS ou NOIR peut être utilisée pour différentes fonctions (par exemple BLANC pour organes de commande MARCHE/MISE SOUS TENSION et BLANC pour organes de commande ARRÊT/MISE HORS TENSION).			

WHITE, GREY, or BLACK are the preferred colours for push-button actuators that alternately act as START/ON and STOP/OFF push-buttons. The colours RED, YELLOW, or GREEN shall not be used (see also 9.2.6).

WHITE, GREY, or BLACK are the preferred colours for push-button actuators that cause operation while they are actuated and cease the operation when they are released (e.g. hold-to-run). The colours RED, YELLOW, or GREEN shall not be used.

Reset push-buttons shall be BLUE, WHITE, GREY, or BLACK. Where they also act as a STOP/OFF button, the colours WHITE, GREY, or BLACK are preferred with the main preference being for BLACK. GREEN shall not be used.

Table 2 – Colour-coding for push-button actuators and their meanings

Colour	Meaning	Explanation	Examples of application
RED	Emergency	Actuate in the event of a hazardous condition or emergency	Emergency stop; Initiation of emergency function (see also 10.2.1)
YELLOW	Abnormal	Actuate in the event of an abnormal condition	Intervention to suppress abnormal condition; Intervention to restart an interrupted automatic cycle.
GREEN	Normal	Actuate to initiate normal conditions	(See 10.2.1)
BLUE	Mandatory	Actuate for a condition requiring mandatory action	Reset function
WHITE	No specific meaning assigned	For general initiation of functions except for emergency stop (see also note)	START/ON (preferred) STOP/OFF
GREY			START/ON STOP/OFF
BLACK			START/ON STOP/OFF (preferred)
NOTE – Where an additional means of coding (e.g. shape, position, texture) is used for the identification of push-button actuators, then the same colour WHITE, GREY, or BLACK may be used for various functions (e.g. WHITE for START/ON and for STOP/OFF actuators).			

10.2.2 Marquages

En plus de l'identification fonctionnelle décrite en 17.3, il est recommandé de marquer les boutons-poussoirs avec les symboles ci-dessous soit à côté soit de préférence directement sur les organes de commande:

MARCHE ou MISE SOUS TENSION	ARRÊT ou MISE HORS TENSION	Boutons-poussoirs provoquant en alternance MARCHE et ARRÊT ou MISE SOUS TENSION et MISE HORS TENSION	Boutons-poussoirs provoquant un mouvement lorsqu'ils sont manœuvrés et un arrêt lorsqu'ils sont relâchés (c'est-à-dire nécessitant une action maintenue)
60417-2-IEC-5007	60417-2-IEC-5008	60417-2-IEC-5010	60417-2-IEC-5011
			

10.3 Voyants lumineux de signalisation

10.3.1 Modes d'utilisation

Les voyants lumineux de signalisation et les dispositifs d'affichage servent à délivrer les types d'informations suivants:

- indication: pour attirer l'attention de l'opérateur ou pour lui indiquer qu'il convient qu'une tâche déterminée soit exécutée. Les couleurs ROUGE, JAUNE, VERT et BLEU sont normalement utilisées dans ce mode;
- confirmation: pour confirmer un ordre, une condition, ou pour confirmer la fin d'un changement ou d'une période de transition. Les couleurs BLEU et BLANC sont normalement utilisées dans ce mode, et la couleur VERT peut être utilisée dans certains cas.

10.3.2 Couleurs

A moins d'un accord contraire entre le fournisseur et l'utilisateur, les verrines des voyants lumineux de signalisation doivent suivre le code de couleurs donné au tableau 3 en fonction de la condition (l'état) de l'appareil de levage. Conformément à la CEI 60073, d'autres significations peuvent être données aux couleurs conformément à l'un des critères suivants:

- sécurité des personnes et de l'environnement;
- état de l'équipement électrique.

10.2.2 Markings

In addition to the functional identification as described in 17.3, it is recommended that push-buttons be marked, near to or preferably directly on the actuators, with the following symbols:

START or ON	STOP or OFF	Push-buttons acting alternately as START or STOP buttons and as ON or OFF buttons	Push-buttons acting as START or ON buttons when pressed and as STOP or OFF buttons when released (i.e. hold-to-run)
60417-2-IEC-5007	60417-2-IEC-5008	60417-2-IEC-5010	60417-2-IEC-5011
			

10.3 Indicator lights and displays

10.3.1 Modes of use

Indicator lights and displays serve to give the following types of information:

- indication: to attract the operator's attention or to indicate that a certain task should be performed. The colours RED, YELLOW, GREEN, and BLUE are normally used in this mode;
- confirmation: to confirm a command, or a condition, or to confirm the termination of a change or transition period. The colours BLUE and WHITE are normally used in this mode, and GREEN may be used in some cases.

10.3.2 Colours

Unless otherwise agreed between the supplier and the user, indicator (pilot) light lenses shall be colour-coded with respect to the condition (status) of the hoisting machine in accordance with table 3. Alternative meanings may be assigned (see IEC 60073) in accordance with one of the following criteria:

- the safety of persons and the environment;
- the state of the electrical equipment.

Tableau 3 – Couleurs des voyants lumineux de signalisation et leur signification suivant la condition de l'appareil de levage

Couleur	Signification	Explication	Action de l'opérateur
ROUGE	Urgence	Condition dangereuse	Action immédiate pour traiter la condition dangereuse (par exemple action de l'arrêt d'urgence)
JAUNE	Anormal	Condition anormale; Emergence d'une condition critique	Surveillance et/ou intervention (par exemple en rétablissant la fonction prévue)
VERT	Normal	Condition normale	Optionnel
BLEU	Obligatoire	Indication d'une condition nécessitant une action de l'opérateur	Action obligatoire
BLANC	Neutre	Autres conditions; peut être utilisée si un doute subsiste en utilisant les couleurs ROUGE, JAUNE, VERT et BLEU	Surveillance

10.3.3 Feux clignotants

Pour une distinction ou une information supplémentaire et particulièrement pour attirer davantage l'attention, des feux clignotants peuvent être utilisés pour les usages suivants:

- pour attirer l'attention;
- pour requérir une action immédiate;
- pour indiquer une discordance entre l'ordre et l'état réel;
- pour indiquer un changement en cours (clignotement pendant la transition).

Il est recommandé d'utiliser des feux clignotants à fréquence plus élevée pour l'information de priorité supérieure (voir CEI 60073 pour les taux de clignotement et le rapport impulsion/pause).

10.4 Boutons-poussoirs lumineux

Les organes de commande des boutons-poussoirs lumineux doivent être colorés suivant le code des tableaux 2 et 3. En cas de difficultés pour assigner une couleur appropriée, le BLANC doit être utilisé. La couleur ROUGE pour l'organe de commande d'arrêt d'urgence ne doit pas dépendre de l'éclairage de son ampoule.

10.5 Appareils de commande rotatifs

Les appareils ayant une partie rotative tels que les potentiomètres et commutateurs doivent être montés de façon à empêcher la rotation de la partie fixe. La friction seule ne doit pas être suffisante.

10.6 Dispositif de démarrage

Les organes de commande utilisés pour produire une fonction de démarrage ou le mouvement d'éléments de l'appareil de levage (par exemple chariots) doivent être construits et montés de façon à réduire les manoeuvres intempestives. Toutefois, des organes de commande du type coup-de-poing sont permis pour la commande bimanuelle.

Table 3 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the hoisting machine

Colour	Meaning	Explanation	Action by operator
RED	Emergency	Hazardous condition	Immediate action to deal with hazardous condition (e.g. by operating emergency stop)
YELLOW	Abnormal	Abnormal condition; Impending critical condition	Monitoring and/or intervention (e.g. by re-establishing the intended function)
GREEN	Normal	Normal condition	Optional
BLUE	Mandatory	Indication of a condition that requires action by the operator	Mandatory action
WHITE	Neutral	Other conditions, may be used whenever doubt exists about the application of RED, YELLOW, GREEN, BLUE	Monitoring

10.3.3 Flashing lights

For further distinction or information and especially to give additional emphasis, flashing lights may be used for the following purposes:

- to attract attention;
- to request immediate action;
- to indicate a discrepancy between the command and actual states;
- to indicate a change in process (flashing during transition).

It is recommended that higher frequency flashing lights be used for higher priority information (see IEC 60073 for recommended flashing rates and pulse/pause ratios).

10.4 Illuminated push-buttons

Illuminated push-button actuators shall be colour-coded in accordance with tables 2 and 3. Where there is difficulty in assigning an appropriate colour, WHITE shall be used. The colour RED for the emergency stop actuator shall not depend on the illumination of its light.

10.5 Rotary control devices

Devices having a rotational member, such as potentiometers and selector switches, shall be mounted in such a way as to prevent rotation of the stationary member. Friction alone shall not be sufficient.

10.6 Start devices

Actuators used to initiate a start function or the movement of hoisting machine elements (e.g. trolleys) shall be constructed and mounted so as to minimize inadvertent operation. However, mushroom-type actuators may be used for two-hand control.

10.7 Appareils de fonction d'urgence

10.7.1 Généralités

Un dispositif pour une fonction d'urgence doit être situé dans chaque poste de commande opérateur (exception: voir 9.2.7.3).

10.7.1.1 Arrêt d'urgence

Si prescrit, des dispositifs d'arrêt d'urgence complémentaires doivent être prévus (par exemple à proximité de courroies non protégées).

Les dispositifs d'arrêt d'urgence doivent être aussi situés, si nécessaire, à l'extérieur de l'appareil de levage (par exemple commandé du sol dans le cas de grues surélevées).

La coupure de tous les mouvements d'actionneurs depuis le sol peut être omise pour les parties de la grue pouvant entraîner des dangers autres qu'électriques; par exemple pour des ponts roulants, il peut être suffisant de stopper le mouvement du pont. De tels dispositifs peuvent être omis pour les grues mobiles au niveau du plancher.

Cette fonction peut être réalisée par un ou plusieurs sectionneurs montrés à la figure 3 (par exemple appareillage des entraînements, interrupteur de grue ou sectionneur d'alimentation de grue).

10.7.1.2 Dispositifs de coupure d'urgence

Le sectionneur d'alimentation doit satisfaire à la fonction de dispositif d'arrêt d'urgence.

Le dispositif doit pouvoir être mis en oeuvre à partir d'un emplacement facilement accessible à proximité de l'appareil de levage, soit directement, soit à distance.

Conformément aux dispositions d'évaluation du risque, le dispositif peut aussi être mis en oeuvre depuis d'autres emplacements dans lesquels des conducteurs nus peuvent être présents en service normal (voir aussi 9.2.5.4.3 et 13.8.1).

10.7.2 Type

Les types d'appareil de fonction d'urgence comprennent

- un bouton-poussoir;
- un interrupteur actionné par câble;
- un interrupteur à commande par pédale, sans garde mécanique.

Ils doivent être du type à blocage automatique et doivent être à manoeuvre positive d'ouverture (voir CEI 60947-5-1).

10.7.3 Rétablissement du fonctionnement normal après une fonction d'urgence

Il ne doit pas être possible de rétablir le circuit de fonction d'urgence tant que l'appareil d'arrêt d'urgence n'a pas été manuellement réarmé. Lorsque différents appareils de fonction d'urgence sont prévus dans un circuit, il ne doit pas être possible de rétablir ce circuit tant que tous les appareils de fonction d'urgence manoeuvrés préalablement n'ont pas été réarmés.

10.7 Devices for emergency stop and/or emergency switching off

10.7.1 General

A device for emergency stop or for emergency switching off shall be located at each operator control station (exception: see 9.2.7.3).

10.7.1.1 Emergency stop

Where required, additional emergency stop devices shall be provided (e.g. near unprotected rope winches).

Where required emergency stop devices shall also be located outside the hoisting machine (e.g. operable at floor level in the case of overhead travelling cranes).

The stopping of all motion drives from floor level may be dispensed with for those drives of the hoisting machine which may cause additional hazards, for example on gantry cranes, it may be sufficient to stop the gantry motion. On mobile cranes such devices may not be required at floor level.

This function may be performed by one or more of the switching devices shown in figure 3 (i.e. switchgear for drives, crane-switch or crane-supply-switch).

10.7.1.2 Emergency switching off

The crane-supply-switch may fulfil the function of an emergency switching off device.

The device shall be capable of being operated from an easily and quickly accessible location near to the hoisting machine, either directly, or remotely.

According to a risk assessment the provision of emergency switching off facilities may also be necessary for other locations in which live conductors may be exposed in normal service (see also 9.2.5.4.3 and 13.8.1).

10.7.2 Types

The types of devices for emergency stop and/or emergency switching off include:

- a push-button operated switch;
- a pull-cord operated switch;
- a pedal-operated switch without a mechanical guard.

The devices shall be of the self-latching type and shall have positive (direct) opening action (see IEC 60947-5-1).

10.7.3 Restoration of normal function after emergency stop and/or emergency switching off

It shall not be possible to restore a circuit for an emergency operation until the device for that emergency operation has been manually reset. Where several devices for emergency operations are provided in a circuit, it shall not be possible to restore that circuit until all devices for emergency operations that have been operated have been reset.

10.7.4 Organes de commande

Les organes de commandes des fonctions d'urgence doivent être de couleur ROUGE. S'il existe un fond derrière l'organe de commande du dispositif, il doit être de couleur JAUNE. Si l'organe de commande est un bouton-poussoir, il doit être du type coup-de-poing ou champignon.

10.8 Dispositifs d'affichage

Les dispositifs d'affichage (par exemple écran vidéo, verrine d'alarme) doivent être choisis et installés de façon à être visibles depuis la position normale de l'opérateur. Dans le cas où les dispositifs d'affichage sont destinés à servir d'avertissement, il est recommandé qu'ils soient du type clignotant ou tournant, et qu'ils soient prévus avec un avertisseur sonore.

11 Equipement électronique

11.1 Généralités

Cet article s'applique à tous types de dispositifs électroniques y compris les équipements électroniques programmables, les sous-ensembles, les cartes de circuits imprimés, les dispositifs et les composants.

11.2 Prescriptions fondamentales

11.2.1 Entrées et sorties

Il est recommandé de prévoir des dispositifs signalant l'état de toutes les entrées et sorties numériques.

11.2.2 Liaison équipotentielle

Tous les coffrets (locaux ou à distance) d'entrées/sorties, coffrets de processeurs et certaines alimentations doivent être reliés électriquement ensemble conformément aux spécifications du fournisseur et raccordés au circuit de protection (voir 8.2.3).

Si, pour des raisons opérationnelles, il est nécessaire d'isoler un équipement du circuit de protection, un tel équipement peut être exclu de cette prescription conformément à l'article 8.

11.3 Equipement programmable

11.3.1 Commandes programmables

Les commandes programmables doivent satisfaire aux normes correspondantes de la CEI (voir CEI 61131-1 et CEI 61131-2).

11.3.2 Protection et maintien de la mémoire

Des dispositions doivent être prévues pour éviter toute modification de la mémoire par des personnes non averties, et les règles décrites en 9.4.3.2 doivent s'appliquer.

11.3.3 Vérification du logiciel

Un appareil utilisant une logique reprogrammable doit disposer de moyens pour vérifier que le logiciel est conforme à la documentation du programme concerné.

10.7.4 Actuators

Actuators of devices for emergency stop and/or emergency switching off shall be coloured RED. The background immediately around the actuator shall be coloured YELLOW. The actuator of a push-button operated emergency stop and/or emergency switching off device shall be of the palm or mushroom head type.

10.8 Displays

Displays (e.g. visual display units, alarm annunciators) shall be selected and installed in such a manner as to be visible from the normal position of the operator. Where displays are intended to be warning devices, it is recommended that they be of the flashing or rotary type and be provided with an audible warning device.

11 Electronic equipment

11.1 General

This clause applies to all types of electronic devices, including programmable electronic equipment, subassemblies, printed circuit boards, devices, and components.

11.2 Basic requirements

11.2.1 Inputs and outputs

An indication of the status of all digital inputs and outputs should be provided.

11.2.2 Equipotential bonding

All input/output racks (remote or local), processor racks, and power supplies shall be electrically bonded together in accordance with the supplier's specifications and connected to the protective bonding circuit (see 8.2.3).

Where it is necessary for operational purposes for some equipment to be isolated from the protective bonding circuit, such equipment may be excluded from this requirement in accordance with clause 8.

11.3 Programmable equipment

11.3.1 Programmable controllers

Programmable controllers shall conform to relevant IEC standards (see IEC 61131-1 and IEC 61131-2).

11.3.2 Memory retention and protection

Means shall be provided to prevent memory alteration by unauthorized persons and the requirements detailed in 9.4.3.2 shall apply.

11.3.3 Software verification

Equipment using reprogrammable logic shall have means for verifying that the software is in accordance with the relevant programme documentation.

11.3.4 Utilisation pour des fonctions relatives à la sécurité

L'équipement électronique programmable ne doit pas être utilisé pour des fonctions d'urgence (voir 9.2.5.4).

Pour toutes les autres fonctions d'arrêt relatives à la sécurité, l'usage de composants électromécaniques câblés est préférable (c'est-à-dire qu'il convient que la fonction ne dépende pas du fonctionnement de l'équipement électronique programmable). Si un équipement électronique programmable est utilisé pour de telles fonctions, des mesures conformes à 9.4 doivent être prises.

Ces prescriptions ne doivent pas exclure l'utilisation d'un équipement électronique programmable pour contrôler, essayer ou renforcer de telles fonctions, mais cet équipement ne doit pas empêcher le bon fonctionnement de ces fonctions.

NOTE – Dans les cas où un danger significatif peut résulter du mauvais fonctionnement du système de commande, il est actuellement admis qu'il est difficile de déterminer avec un certain degré de certitude la confiance que l'on peut accorder au bon fonctionnement d'un circuit unique pour un équipement électronique programmable. Tant que cette situation perdurera, il n'est pas judicieux de se fier uniquement au bon fonctionnement d'un tel dispositif à circuit unique.

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 l'appareil de levage et de son équipement 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 ou parties de l'appareil de levage (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, les appareils appropriés doivent être situés entre 0,4 m et 2,0 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.

Aucun équipement, excepté les appareils pour le fonctionnement, l'indication, la mesure et le refroidissement, ne doit être monté sur les portes et couvercles d'accès normalement démontables des 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 par la désignation de référence (par un de ces moyens ou une combinaison de ces moyens) (voir 14.4.5).

11.3.4 Use in safety-related functions

Programmable electronic equipment shall not be used for emergency stop and/or emergency switching off functions (see 9.2.5.4).

For all other safety-related stop functions, the use of hardwired electromechanical components is preferred (i.e. the function should not depend on the operation of programmable electronic equipment). Where programmable electronic equipment is used for such functions, then appropriate measures in accordance with 9.4 shall be employed.

These requirements shall not preclude the use of programmable electronic equipment for monitoring, testing, or backing-up such functions, but this equipment shall not prevent the correct operation of those functions.

NOTE – In situations where a significant hazard can occur due to maloperation of the control system, it is currently difficult to determine with any degree of certainty that reliance on correct operation of a single-channel of programmable electronic equipment can be assured. Until such a time that this situation can be resolved, it is inadvisable to rely solely on the correct operation of such a single-channel device.

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 hoisting machine and its associated equipment.

12.2 Location and mounting

12.2.1 Accessibility and maintenance

All items of controlgear shall be placed and oriented so 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 equipment or parts of the hoisting 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 shall be located between 0,4 m and 2,0 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.

No devices except devices for operating, indicating, measuring, and cooling shall 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).

Les dispositifs embrochables qui sont manipulés en fonctionnement normal doivent être équipés de détrompeurs si l'absence de détrompeur peut conduire à un dysfonctionnement.

Les ensembles fiche-prise qui sont manipulés en fonctionnement normal doivent être disposés et installés de telle sorte que leur accès soit dégagé.

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);
- convenablement isolés;
- suffisamment espacés pour permettre le branchement du matériel d'essai.

12.2.2 Séparation et groupage

Les pièces et dispositifs non électriques qui ne sont pas directement associés à un équipement électrique ne doivent pas être installés dans des enveloppes contenant de l'appareillage de commande. Il convient de séparer les appareils tels que les électrovannes du reste de l'équipement électrique (par exemple dans un coffret séparé).

Les appareils de commande installés dans le même local et connectés à l'alimentation ou à la fois à l'alimentation de puissance et de commande doivent être groupés et séparés de ceux connectés aux seules alimentations de commande.

Les bornes doivent être séparées par groupes pour

- les circuits de puissance;
- les circuits de commande associés;
- les autres circuits de commande, alimentés par des sources extérieures (par exemple pour le verrouillage).

Les groupes peuvent être montés adjacents, pourvu que chaque groupe puisse être aisément identifié (par exemple par des marquages, par des dimensions différentes, par des barrières ou par la couleur).

Lors de la mise en place d'appareils (y compris les liaisons), leurs distances d'isolement et lignes de fuites spécifiées doivent être maintenues en tenant compte des influences externes ou des conditions de l'environnement physique (voir CEI 60664-1).

12.2.3 Effets de la chaleur

Les composants générateurs de chaleur (par exemple puits de chaleur, résistances de puissance) doivent être installés de telle manière que la température de chaque composant situé à proximité reste dans les limites autorisées.

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 l'appareil de levage est destiné 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.

Plug-in devices that are handled during normal operation shall be provided with non-interchangeable features where the lack of such a facility can result in malfunctioning.

Plug/socket combinations that are handled during normal operation shall be located and mounted so as to provide unobstructed access.

Test points, where provided, shall be:

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

12.2.2 Physical separation or grouping

Non-electrical parts and devices, not directly associated with the electrical equipment, shall not be located within enclosures containing controlgear. Devices such as solenoid valves should be separated from the other electrical equipment (e.g. in a separate compartment).

Control devices mounted in the same location and connected to the supply voltage, or to both supply and control voltages, shall be grouped separately from those connected only to the control voltages.

Terminals shall be separated into groups for:

- power circuits;
- associated control circuits;
- other control circuits, fed from external sources (e.g. for interlocking).

The groups may be mounted adjacently, provided that each group can be readily identified (e.g. by markings, by use of different sizes, by use of barriers or by colours).

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 60664-1).

12.2.3 Heating effects

Heat generating components (e.g. heat sinks, power resistors) shall be so located that the temperature of each component in the vicinity remains within the permitted limit.

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 hoisting 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.

Dans les zones fermées de fonctionnement électrique, l'appareillage de commande doit offrir un degré de protection minimal de IP1X.

NOTE 2 – Pour la protection contre les contacts directs dans les zones fermées de fonctionnement électrique, voir 6.2.

Hors des zones fermées de fonctionnement électrique, l'appareillage de commande doit offrir un degré de protection minimal de IP2X.

Exceptions:

Cas de collecteurs mobiles sur des barres ou des systèmes de collecteurs câblés, non conformes avec IP2X, mais respectant les mesures de 6.2.5.

NOTE 3 – Quelques exemples d'application, avec le degré de protection typique fourni par leurs enveloppes, sont énumérés ici, mais selon les conditions de mise en œuvre, un autre degré de protection peut être approprié:

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

Un degré différent de protection peut être approprié selon les conditions du lieu de l'installation.

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 lire les cadrans des appareils indicateurs installés à l'intérieur des enveloppes doivent être réalisées en matériau capable de résister aux contraintes mécaniques et aux produits chimiques (par exemple verre trempé ou polycarbonate de 3 mm d'épaisseur).

Il est recommandé que la largeur des portes des enveloppes ne dépasse pas 0,9 m et que les portes soient à charnières verticales, de préférence de type dégonflable, 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 existant dans l'environnement de l'appareil de levage. 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 l'appareil de levage, doivent être fermées par le ou les fournisseurs de façon à assurer le degré de protection spécifié pour l'équipement. 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 l'appareil de levage, pour permettre à l'humidité due à la condensation d'être évacuée.

In electrical and enclosed electrical operating areas switchgear and controlgear shall have protection of at least IP1X.

NOTE 2 – For protection against direct contact in electrical and enclosed electrical operating areas see 6.2.

Switchgear and controlgear outside electrical or closed electrical operating areas shall have protection of at least IP2X.

Exception:

Where removable collectors on collector wire or collector bar systems are used and IP2X is not achieved but the measures of 6.2.5 are applied.

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

- ventilated enclosure, containing only motor starter resistor and other large size equipment: IP10
- ventilated enclosure, containing other 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 conditions where installed, another degree of protection may be appropriate.

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. Windows provided for viewing internally mounted indicating devices shall be of a material suitable to withstand mechanical stress and chemical attack (e.g. toughened glass, polycarbonate sheet of 3 mm thickness).

It is recommended that enclosure doors be not wider than 0,9 m and 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 aggressive liquids, vapours, or gases found in the environment of the hoisting 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 hoisting machine, shall be closed by the supplier(s) in a manner ensuring the degree of protection specified for the 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 hoisting machine so that moisture due to condensation may drain away.

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 pouvant atteindre, en service normal ou non, une température de surface suffisante pour entraîner un risque d'incendie ou un effet dommageable pour un matériau d'enveloppe doit

- être placé dans une enveloppe qui résistera, sans risque d'incendie ou de dommage, aux températures qui peuvent être atteintes; et
- 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); ou sinon
- être protégé par un écran en matériau apte à résister, sans risque d'incendie ou de dommage, à la chaleur émise par le matériel.

12.5 Accès à l'appareillage de commande

12.5.1 Passages

Les dimensions minimales des passages le long et entre les ensembles d'appareillage doivent être conformes à l'article 481.2.4 de la CEI 60364-4-481 mais, pour des raisons structurelles (par exemple relation entre l'appareil de levage et le bâtiment), la distance verticale peut être réduite au plus à 1 400 mm pour des longueurs inférieures ou égales à 1 000 mm.

NOTE – Les dimensions données en 481.2.4 de la CEI 60364-4-481 sont des valeurs minimales recommandées; il peut être nécessaire d'adopter des valeurs plus élevées pour des positions adéquates de travail, des chemins d'évacuation, la mobilité de la machine de levage, etc.

12.5.2 Accès aux passages

Les passages pour manœuvre et entretien de longueur supérieure à 20 m doivent être accessibles à chaque extrémité. Pour des passages de longueur comprise entre 6 m et 20 m, l'accès à chaque extrémité est recommandé.

12.5.3 Portes

Les portes des passages et d'accès aux zones de fonctionnement électrique doivent

- présenter une largeur d'au moins 0,7 m et une hauteur d'au moins 2,0 m;
- s'ouvrir à l'extérieur;
- disposer de moyens (par exemple fermetures antipanique) pour permettre une ouverture de l'intérieur sans utilisation d'une clé ou d'un outil.

12.5.4 Restriction pour passages et portes

Si les dimensions des passages et/ou des portes sont réduites, par exemple dans les coffrages nécessaires pour la tenue, la hauteur libre peut être réduite au plus à 1 400 mm et la largeur libre au plus à 600 mm en ces points.

Les moyens de protection contre des contacts involontaires avec des parties actives le long des passages peuvent ne pas être suffisants pour les zones adjacentes à ces restrictions. Des mesures complémentaires peuvent être prescrites en ces points (voir 6.2).

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.

Equipment that, in normal or abnormal operation, can attain a surface temperature sufficient to cause a risk of fire or harmful effect to an enclosure material:

- shall be located within an enclosure that will withstand, without risk of fire or harmful effect, 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 also 12.2.3); or
- shall be otherwise screened by material that can withstand, without risk of fire or harmful effect, the heat emitted by the equipment.

12.5 Access to controlgear

12.5.1 Gangways

The minimum dimensions of gangways in front of and between switchgear and controlgear shall be in accordance with clause 481.2.4 of IEC 60364-4-481 except, for structural reasons (e.g. relation between the hoisting machine and the building) the vertical clearance may be reduced to not less than 1 400 mm for lengths not exceeding 1 000 mm.

NOTE – The dimensions given in IEC 60364-4-481, 481.2.4 are recommended minima. It may be necessary to adopt higher values for other considerations such as suitable working positions, escape facilities, mobility of the hoisting machine.

12.5.2 Access to gangways

Operating and maintenance gangways of a length of 20 m and longer shall be accessible from both ends. For gangways shorter than 20 m, but exceeding 6 m, access from both ends is recommended.

12.5.3 Doors

Doors in gangways and for access to electrical operating areas shall:

- be at least 0,7 m wide and 2,0 m high;
- open outwards;
- have a means (e.g. panic bolts) to allow opening from the inside without the use of a key or tool.

12.5.4 Gangway and door restrictions

Where the dimensions of gangways and/or doors have to be reduced, for example at bulkheads necessary for stiffening in box girders, the clear height may be reduced to not less than 1 400 mm and the clear width to not less than 600 mm at these points.

The means provided for protection against unintended contact with live parts along the gangway may not be sufficient for the areas immediately adjacent to these restrictions. Additional means can be required at these points (see 6.2).

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, protection contre les chocs électriques, groupement de câbles) et 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, danger de feu) qui peuvent exister.

Ces prescriptions ne concernent pas le câblage intégré des ensembles et appareils fabriqués et essayés conformément aux normes CEI qui les concernent (par exemple CEI 60439-1).

Si des câbles sont mis en oeuvre sur des appareils de levage utilisés à l'extérieur (par exemple hors de bâtiments ou de structures), ils doivent être appropriés à cet usage (par exemple résistants aux UV et domaine de température approprié), ou être protégés de manière adéquate.

13.2 Conducteurs

En général, les conducteurs doivent être 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 4. Si l'aluminium est utilisé, la section minimale ne doit pas être inférieure à 16 mm².

Tableau 4 – Températures maximales admissibles des conducteurs dans les conditions normales et de court-circuit

Type d'isolation	Température maximale dans des conditions normales °C	Température à ne pas dépasser dans des conditions de court-circuit * °C
Polychlorure de vinyle (PVC)	70	160
Caoutchouc	60	200
Polyéthylène réticulé (PR)	90	250
Ethylène propylène (EPR)	90	250
Caoutchouc silicone (SiR)	180	350
NOTE 1 – 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.		
NOTE 2 – Des températures maximales plus élevées que celles données dans le tableau 4 peuvent être utilisées conformément aux données du constructeur des câbles. Les conditions de fonctionnement (par exemple température de la gaine) sont prises en compte.		
* Ces valeurs sont basées sur l'hypothèse d'un comportement adiabatique pendant un temps inférieur ou égal à 5 s.		

Bien que les conducteurs de classe 1 soient normalement prévus pour relier des parties fixes, sans mouvement, ils peuvent aussi être utilisés s'il y a peu de flexion, à condition que leur section soit inférieure à 0,5 mm². Tous les conducteurs soumis à des mouvements fréquents (par exemple un mouvement par heure de fonctionnement de la machine) doivent être du type extrasouple de classe 5 ou 6 (voir tableau B.4).

13 Conductors and cables

13.1 General requirements

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

These requirements do not apply to the integral wiring of assemblies, subassemblies, and devices that are manufactured and tested in accordance with their relevant IEC standard (e.g. IEC 60439-1).

When cables are installed on hoisting machines used in the open air (e.g. outside buildings or other protective structures), they shall be suitable for outdoor use (e.g. UV-resistant, adequate temperature range), or be appropriately protected.

13.2 Conductors

In general, conductors shall be of copper. Conductors of any other 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 4. Where aluminium is used, the cross-sectional area shall be at least 16 mm².

Table 4 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions

Type of insulation	Maximum temperature under normal conditions °C	Ultimate short-time conductor temperature under short-circuit conditions* °C
Polyvinyl chloride (PVC)	70	160
Rubber	60	200
Cross-linked Polyethylene (XLPE)	90	250
Ethylene propylene compound (EPR)	90	250
Silicone rubber (SIR)	180	350
NOTE 1 – 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.		
NOTE 2 – Higher maximum conductor temperatures than those given in table 4 may be used according to the data given by the cable manufacturers. The operating conditions (e.g. the surface temperature of the cable) have to be taken into account.		
* These values are based on the assumption of adiabatic behaviour for a period of not more than 5 s.		

Although class 1 conductors are primarily intended for use between rigid, non-moving parts, they may also be used where minimal flexing occurs provided that the cross-sectional area is less than 0,5 mm². All conductors that are subject to frequent movement (i.e. one movement/hour of machine operation) shall have flexible stranding of class 5 or class 6 (see table B.4).

13.3 Isolation

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

- polychlorure de vinyle (PVC);
- caoutchouc naturel et synthétique;
- caoutchouc siliconé (SiR);
- minéral;
- polyéthylène réticulé (PR);
- éthylène propylène (EPR).

Si l'isolation des conducteurs et des câbles (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. Il est essentiel d'apporter une attention particulière à l'intégrité d'un circuit présentant une fonction relative à la sécurité.

La rigidité diélectrique de l'isolation doit être suffisante pour supporter la tension d'essai requise avec un minimum de 2 000 V AC, pendant 5 min, pour les câbles soumis à des tensions supérieures à 50 V AC ou 120 V DC. Pour des circuits TBTP séparés, la rigidité diélectrique doit être suffisante pour supporter la tension d'essai de 500 V AC, pendant 5 min (voir CEI 60364-4-41, matériels de classe III).

La contrainte mécanique et l'épaisseur de l'isolant doivent être telles que l'isolation ne puisse pas être endommagée lors du fonctionnement ou durant le câblage, en particulier pour les câbles tirés dans des canalisations.

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 au courant efficace équivalent pour les applications à charge intermittente (voir B.2), et par
- la température maximale admissible à ne jamais dépasser pendant un temps très court dans des conditions de court-circuit.

La section d'un conducteur doit être telle que, dans ces conditions, la température maximale du conducteur donnée au tableau 4 ne soit pas dépassée, sauf spécifications du constructeur du câble.

Le courant admissible en fonctionnement permanent pour un câble isolé au PVC, entre des enveloppes et des parties individuelles d'équipement, est donné dans le tableau 5. Concernant le choix des conducteurs et des câbles dans les applications en régime intermittent, voir B.2 pour le calcul du courant thermique efficace équivalent.

La section des conducteurs peut être calculée conformément à la CEI 60364-5-523.

13.3 Insulation

The types of insulation include (but are not limited to):

- polyvinyl chloride (PVC);
- rubber, natural and synthetic;
- silicone rubber (SiR);
- mineral;
- cross-linked polyethylene (XLPE);
- ethylene propylene compound (EPR).

Where the insulation of conductors and cables (e.g. PVC) can constitute hazards due to the propagation of a fire or the emission of toxic or corrosive fumes, guidance from the cable supplier should be sought. It is important to give special attention to the integrity of a circuit having a safety-related function.

The dielectric strength of the insulation shall be adequate for the test voltage required with a minimum of 2 000 V a.c. for 5 min duration for cables operating at voltages higher than 50 V a.c. or 120 V d.c. For separate PELV circuits, the dielectric strength shall be adequate for the test voltage of 500 V a.c. for a duration of 5 min (see IEC 60364-4-41 Class III equipment).

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

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 (see B.2); and
- the ultimate allowable short-time conductor temperature under short-circuit conditions.

The cross-sectional area of a conductor shall be such that, under those conditions, the conductor temperature does not exceed the value given in table 4, unless otherwise specified by the cable manufacturer.

The current carrying capacities for PVC insulated wiring between enclosures and individual items of equipment under steady state conditions are given in table 5. For the selection of conductors and cables for intermittent duty applications, see B.2 for the calculation of the thermal equivalent r.m.s. current.

The conductor cross-sectional area may be selected in accordance with IEC 60364-5-523.

Tableau 5 – Courant admissible (I_z) des conducteurs et câbles en cuivre isolés au PVC en régime permanent, pour une température ambiante de 40 °C, pour différentes méthodes d'installation

Section mm ²	Méthode d'installation (voir B.1.2)			
	B1	B2	C	E
	Courant maximal admissible I_z A			
0,75	7,6	–	–	–
1,0	10,4	9,6	11,7	11,5
1,5	13,5	12,2	15,2	16,1
2,5	18,3	16,5	21	22
4	25	23	28	30
6	32	29	36	37
10	44	40	50	52
16	60	53	66	70
25	77	67	84	88
35	97	83	104	114
50	–	–	123	123
70	–	–	155	155
95	–	–	192	192
120	–	–	221	221
Electronique (paire)				
0,2	–	–	4,0	4,0
0,3	–	–	5,0	5,0
0,5	–	–	7,1	7,1
0,75	–	–	9,1	9,1

NOTE 1 – Pour les températures ambiantes différentes de 40 °C, convertir le courant maximal admissible en utilisant les valeurs données au tableau B.1.

NOTE 2 – Pour les conducteurs/câbles groupés, voir les facteurs de correction du tableau B.2.

NOTE 3 – Pour des câbles multiconducteurs jusqu'à 10 mm², voir les facteurs de correction du tableau B.3.

NOTE 4 – Ces valeurs ne sont pas applicables aux câbles souples enroulés sur tambour; voir 13.7.3.

NOTE 5 – Pour les courants admissibles d'autres câbles, voir la CEI 60364-5-523.

13.5 Chute de tension

La chute de tension entre le sectionneur de grue et le moteur ou, dans le cas d'un moteur piloté par convertisseur, l'amont du convertisseur ne doit pas dépasser 5 % de la tension nominale dans les conditions normales de fonctionnement. Pour cela, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser des conducteurs de section supérieure à celle déduite du tableau 5.

NOTE – En cas d'absence d'information, la chute de tension peut être calculée à partir du courant de démarrage du mouvement le plus puissant associé avec le courant du mouvement de puissance immédiatement inférieure. S'il y a plusieurs appareils de levage sur l'alimentation, un facteur de simultanéité peut être utilisé selon les conditions de fonctionnement.

13.6 Section minimale

Pour assurer une résistance mécanique convenable, il convient que la section des conducteurs ne soit pas inférieure à celles définies dans le tableau 6. Cependant, des sections plus faibles sont autorisées dans les appareillages où les efforts mécaniques sont pris en compte par d'autres moyens et où le fonctionnement n'est pas altéré.

Table 5 – Current carrying capacity (I_z) of PVC insulated copper conductors or cables under steady state conditions in an ambient air temperature of +40 °C for different methods of installation

Cross-sectional area mm ²	Installation method (see B.1.2)			
	B1	B2	C	E
	Current carrying capacity I_z A			
0,75	7,6	–	–	–
1,0	10,4	9,6	11,7	11,5
1,5	13,5	12,2	15,2	16,1
2,5	18,3	16,5	21	22
4	25	23	28	30
6	32	29	36	37
10	44	40	50	52
16	60	53	66	70
25	77	67	84	88
35	97	83	104	114
50	–	–	123	123
70	–	–	155	155
95	–	–	192	192
120	–	–	221	221
Electronic (pairs)				
0,2	–	–	4,0	4,0
0,3	–	–	5,0	5,0
0,5	–	–	7,1	7,1
0,75	–	–	9,1	9,1
NOTE 1 – For ambient temperatures other than 40 °C, correct the current carrying capacities by using values given in table B.1.				
NOTE 2 – For grouped cables/conductors, see table B.2 for derating factors.				
NOTE 3 – For multicore cables up to 10 mm ² , see table B.3 for derating factors.				
NOTE 4 – These values are not applicable to flexible cables wound on drums, see 13.7.3.				
NOTE 5 – For the current-carrying capacities of other cables, see IEC 60364-5-523.				

13.5 Voltage drop

The voltage drop from the crane-supply-switch to the motors or, in the case of a converter driven motor, to the line side of the converter, shall not exceed 5 % of the nominal voltage under normal operating conditions. In order to conform to this requirement, it may be necessary to use conductors having a larger cross-sectional area than that derived from table 5.

NOTE – If more information is not available, the voltage drop may be calculated by using the starting current of the largest drive combined with the nominal current of the next largest drive. When there is more than one hoisting machine on a common power supply, a simultaneity factor may be used according to the given service conditions.

13.6 Minimum cross-sectional area

To ensure adequate mechanical strength, the cross-sectional area of conductors should not be less than as shown in table 6. However, where it is considered necessary, conductors with smaller cross-sectional areas than shown in table 6 may be used in equipment, provided adequate mechanical strength is achieved by other means, and proper functioning is not impaired.

Tableau 6 – Section minimale des conducteurs en cuivre

Implantation	Application	Description des conducteurs et câbles				
		Câble unipolaire, âme câblée	Câble unipolaire, âme massive	Câble à deux conducteurs blindé	Câble à deux conducteurs non blindé	Trois conducteurs ou plus, blindé ou non
A l'extérieur de l'enveloppe	Câblage non souple	1	1,5	0,75	0,75	0,75
	Raccordement à des éléments fréquemment mobiles	1	–	1	1	1
	Raccordement à des circuits de commande	1	1,5	0,3	0,5	0,3
	Câblage de communication	–	–	–	–	0,08
A l'intérieur de l'enveloppe	Câblage non souple	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Circuits de commande	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Câblage de communication	–	–	–	–	0,08

NOTE – Toutes les sections sont en millimètres carrés.

13.7 Câbles souples

13.7.1 Généralités

Les câbles souples doivent avoir des conducteurs de classe 5 ou 6 (voir tableau B.4).

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

- l'abrasion due à des manoeuvres 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 fortes contraintes en traction, petits rayons, plis dans des plans différents et/ou si des cycles fréquents coïncident.

13.7.2 Dimensionnement mécanique

Le système de manoeuvre du câble de l'appareil de levage doit être conçu pour maintenir les contraintes de traction des conducteurs aussi faibles que possible durant le fonctionnement de l'appareil de levage. Si des conducteurs en cuivre sont utilisés, la contrainte de traction ne doit pas dépasser 15 N/mm² par rapport à la section droite du cuivre. Si l'application exige plus de 15 N/mm², il convient d'utiliser des câbles spéciaux. Il convient 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.

Table 6 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors

Location	Applications	Description of conductors and cables				
		Single core stranded	Single core solid	Two core shielded	Two core not shielded	Three or more cores shielded or not shielded
Outside enclosures	Non-flexing power wiring	1	1,5	0,75	0,75	0,75
	Connections to machine parts subject to frequent movement	1	–	1	1	1
	Connections in control circuits	1	1,5	0,3	0,5	0,3
	Data communication wiring	–	–	–	–	0,08
Inside enclosures	Non-flexing power wiring	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Connections in control circuits	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Data communication wiring	–	–	–	–	0,08
NOTE – All cross-sectional areas are in square millimetres.						

13.7 Flexible cables

13.7.1 General

Flexible cables shall have class 5 or class 6 conductors (see table B.4).

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 where frequent duty cycles coincide.

13.7.2 Mechanical rating

The cable handling system of the hoisting machine shall be so designed to keep the tensile stress of the conductors as low as is practicable during hoisting machine operations. Where copper conductors are used, the tensile stress shall not exceed 15 N/mm² of the copper cross-sectional area. Where the demands of the application exceed the tensile stress limit of 15 N/mm², 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 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 7 (voir aussi la CEI 60621-3, article 44).

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

Tableau 7 – 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.

13.8 Collecteurs à conducteurs, barres et assemblages glissants

13.8.1 Protection contre les contacts directs

Les collecteurs à conducteurs, barres et assemblages glissants doivent être mis en oeuvre ou mis sous enveloppe de manière que lors d'un accès normal à l'appareil de levage, par exemple par des passages le long d'une grue ou d'un pont roulant, la protection contre les contacts directs doit être réalisée par l'application d'une des mesures de protection suivantes:

- protection par une isolation partielle des parties actives. Cela est la mesure préférentielle;
- protection à l'aide d'enveloppes ou de barrières avec un degré de protection minimal de IP2X (voir CEI 60364-4-41, 412.2).

Les surfaces supérieures horizontales des barrières ou enveloppes qui sont facilement accessibles doivent procurer un degré de protection d'au moins IP4X (voir CEI 60364-4-41, 412.2.2).

Si le degré de protection prescrit n'est pas réalisé, une des mesures complémentaires suivantes doit être appliquée:

- la protection par mise hors de portée des parties actives combinée avec une coupure d'urgence conformément à 9.2.5.4.2 (voir la CEI 60364-4-41, 412.4) doit être appliquée ou, si cela n'est pas possible;
- la protection par conformité des limites (tirée de l'ISO 13852) indiquée à la figure 5a ou 5b ou 5c. Cette mesure est destinée à être utilisée dans des zones où seules des personnes qualifiées ont accès et où des conditions particulières existent (par exemple zone chaude des aciéries ou d'industries chimiques).

13.7.3 Current carrying capacity of cables wound on drums

Cables to be wound on drums shall be selected with conductors having a cross-sectional area such 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 7 (see also IEC 60621-3, clause 44).

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

Table 7 – Derating factors for cables wound on drums

Drum type	Number of layers of cable			
	Any number	1	2	3
Cylindrical ventilated	–	0,85	0,65	0,45
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 Collector wires, collector bars and slip-ring assemblies

13.8.1 Protection against direct contact

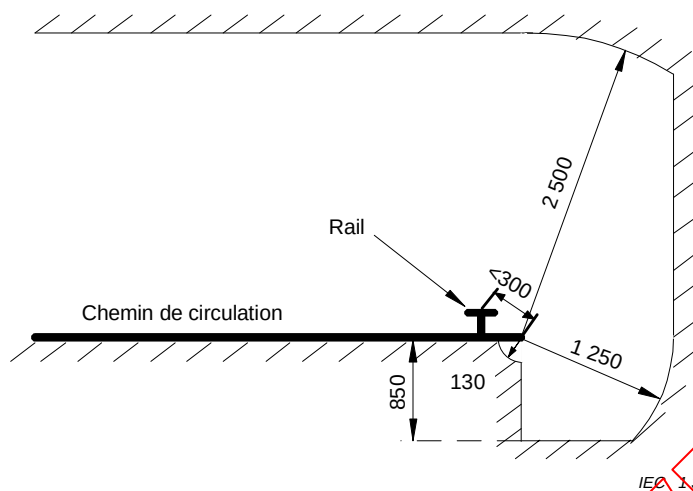
Collector wires, collector bars and slip-ring assemblies shall be installed or enclosed in such a way that, during normal access to the hoisting machines, for example via gangways along a crane track or along a crane girder, protection against direct contact shall be achieved by the application of one of the following protective measures:

- protection by partial insulation of live parts. This is the preferred measure;
- protection by enclosures or barriers of at least IP2X (see IEC 60364-4-41, 412.2).

Horizontal top surfaces of barriers or enclosures that are readily accessible shall provide a degree of protection of at least IP4X (see IEC 60364-4-41, 412.2.2).

Where the required degree of protection is not achieved, one of the following additional protective measures shall be applied:

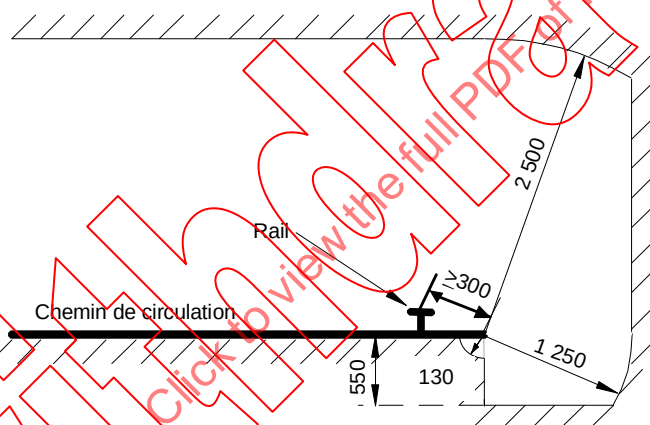
- a) protection by placing live parts out of reach in combination with emergency switching off in accordance with 9.2.5.4.2 (see IEC 60364-4-41, 412.4) or where this is not practicable
- b) protection by compliance with the limits (derived from ISO 13852) given in figures 5a or 5b or 5c. This measure is intended to be used in areas where only skilled or instructed persons have access and where special conditions exist (e.g. hot area of steel mills or in chemical plants).



IEC 1313/98

Dimensions en millimètres

Figure 5a – Volume d'accessibilité au toucher dans le cas d'une distance entre l'axe de rail de l'engin de levage et le bord de la poutre de rive inférieure à 300 mm



IEC 1314/98

Dimensions en millimètres

Figure 5b – Volume d'accessibilité au toucher dans le cas d'une distance entre l'axe de rail de l'engin de levage et le bord de la poutre de rive inférieure ou égale à 300 mm

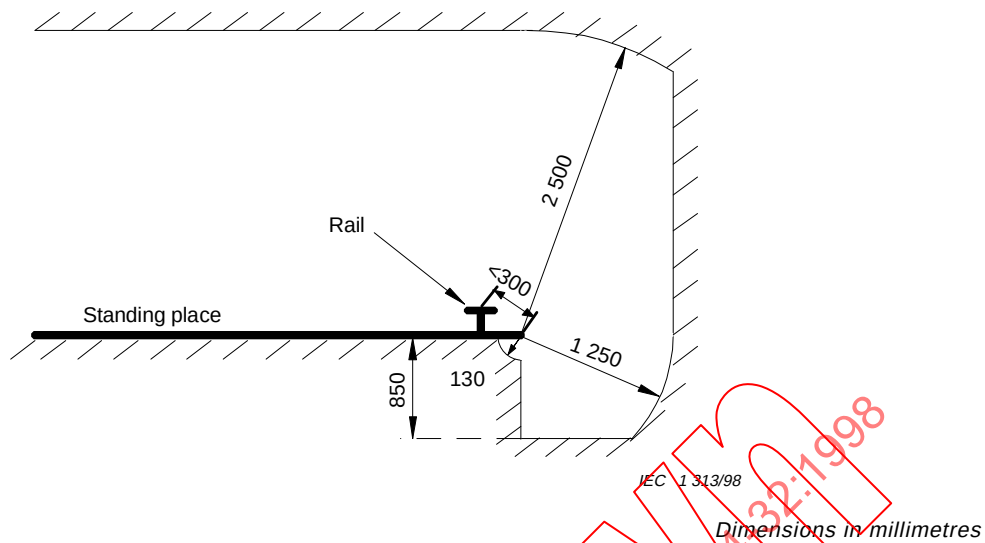


Figure 5a – Limit of arm's reach in cases where the distance from the middle of the hoisting device-rail to the edge of the girder is less than 300 mm

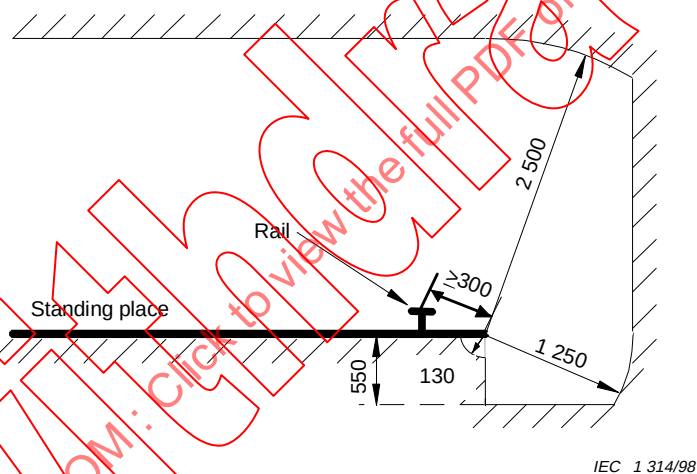


Figure 5b – Limit of arm's reach in cases where the distance from the middle of the hoisting device-rail to the edge of the girder is at least 300 mm

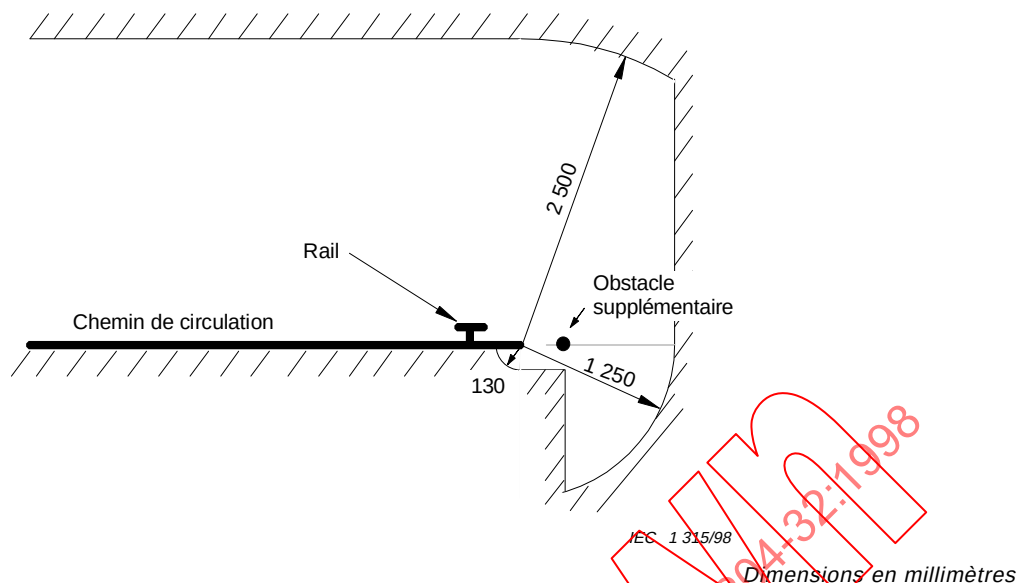


Figure 5c – Volume d'accessibilité au toucher en cas d'emploi d'obstacles supplémentaires

Figure 5 – Volume d'accessibilité au toucher

NOTE – Des exemples d'obstacles situés au-dessus de collecteurs bobinés ou à barres sont des rambardes, des maillages.

Les collecteurs à conducteurs et barres doivent être placés et/ou protégés de manière à:

- empêcher tout contact, particulièrement pour les collecteurs à conducteurs et barres non protégés par éléments conducteurs tels que des câbles de commande de sectionnement, des dispositifs de retenue et des chaînes d'entraînement;
- empêcher tout dommage dû à des charges suspendues.

Si le degré de protection requis pour les collecteurs bobinés ou à barres n'est pas obtenu (par exemple proches de collecteurs de courant), des mesures complémentaires doivent être prises (par exemple obstacles supplémentaires).

Si les circuits de sectionneurs de grue incorporent des collecteurs bobinés ou à barres ou des assemblages glissants, chaque sous-circuit doit être protégé contre les contacts directs avec un degré de protection au moins égal à IP2X ou IPXXB (voir CEI 60529).

13.8.2 Circuit des conducteurs de protection

Si des collecteurs bobinés, à barres et assemblages glissants font partie du circuit de protection, ils ne doivent pas être parcourus par des courants en fonctionnement normal. C'est pourquoi le conducteur de protection (PE) et le neutre (N) doivent utiliser des collecteurs bobinés, à barres ou assemblages glissants distincts. La continuité 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 circuit de protection

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

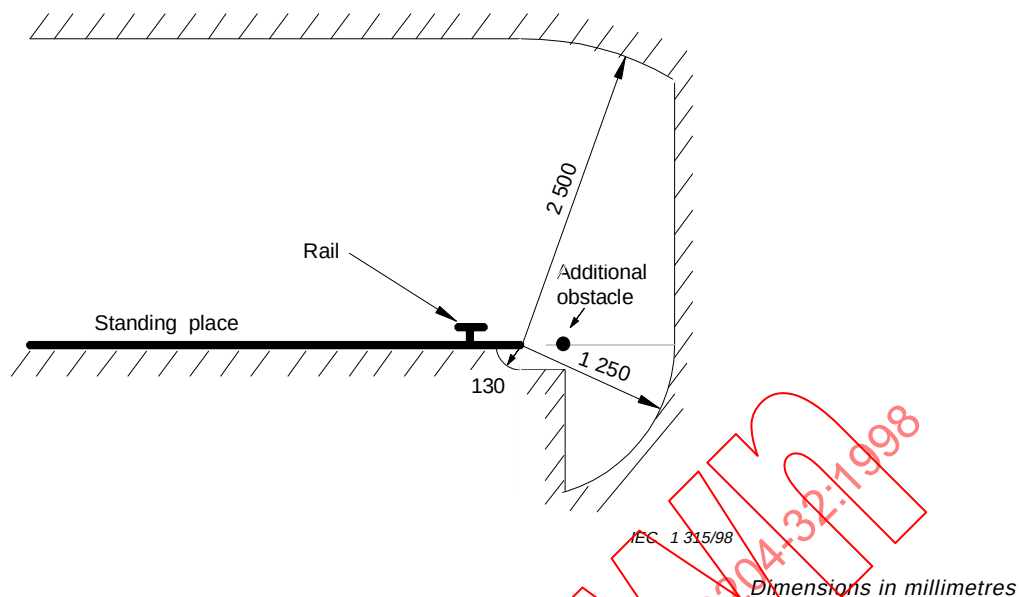


Figure 5c – Limit of arm's reach in cases of using additional obstacles

Figure 5 – Limits of arm's reach

NOTE – Examples of obstacles located above unprotected collector wires or collector bars are guard-rails, mesh-screens.

Collector wires and collector bars shall be so placed and/or protected as to:

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

Where the required degree of protection provided for collector wires or collector bars is not effective (e.g. adjacent to current collectors) additional means shall be provided (e.g. additional obstacles).

If circuits of different crane-disconnectors are run through collector wires, collector bars or slip-ring assemblies, each subcircuit system shall be protected against direct contact with a degree of protection of at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529).

13.8.2 Protective conductor circuit

Where collector wires, collector bars and slip-ring assemblies are installed as part of the protective bonding circuit, they shall not carry current in normal operation. Therefore, the protective conductor (PE) and the neutral conductor (N) shall each use a separate collector wire, collector bar or slip-ring. The continuity of the protective conductor circuit using sliding contacts shall be ensured by taking appropriate measures (e.g. duplication of the current collector, continuity monitoring).

13.8.3 Protective conductor current collectors

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

13.8.4 Collecteurs démontables avec fonction de sectionnement

Les collecteurs démontables ayant une fonction de sectionnement doivent être conçus de telle manière que le circuit du conducteur de protection ne puisse être coupé qu'après coupure des conducteurs actifs et que le rétablissement du circuit de protection se fasse avant la reconnexion de tout conducteur actif (voir aussi 8.2.6).

13.8.5 Distances dans l'air

Les distances dans l'air, entre les conducteurs respectifs et entre des systèmes adjacents de collecteurs bobinés à barres, assemblages glissants et leurs collecteurs correspondants, doivent être appropriées aux règles de pollution 3 (CEI 60664-1, 2.5).

13.8.6 Lignes de fuite

Les lignes de fuite, entre les conducteurs respectifs, et entre des systèmes adjacents de collecteurs bobinés à barres, assemblages glissants et leurs collecteurs correspondants, doivent être appropriées aux règles de pollution 3 (CEI 60664-1, 2.5).

Dans le cas d'environnements particulièrement poussiéreux, humides ou corrosifs, les spécifications suivantes sont applicables pour les lignes de fuite:

- les collecteurs bobinés, à barres et assemblages glissants non protégés doivent comporter des isolateurs avec des lignes de fuite minimales de 60 mm;
- pour des conducteurs sous fourreaux, des barres isolées multipolaires et des barres isolées, les lignes minimales de fuite doivent être de 30 mm.

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).

13.8.7 Subdivision du système conducteur

Si des collecteurs bobinés ou à barres 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.

13.8.8 Construction et mise en œuvre des systèmes à collecteurs bobinés, à barres et des assemblages glissants

Les collecteurs bobinés, à barres et assemblages glissants des circuits de puissance doivent être groupés séparément de ceux utilisés pour les circuits de commande.

Les collecteurs bobinés, à barres et assemblages glissants doivent résister sans dommages aux contraintes mécaniques et thermiques des courants de court-circuit.

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

Si des alimentations de barres 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 des collecteurs situées sous le sol ou le plancher doivent être aussi reliés entre eux et mis à la terre.

NOTE – Pour les liaisons équipotentielles et les conducteurs de protection, la connexion aux couvercles métalliques, aux fourreaux conducteurs ou canalisations sous plancher est considérée comme suffisante pour assurer la continuité.

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

13.8.4 Removable current collectors with a disconnecter function

Removable current collectors having a disconnecter function shall be so designed that the protective conductor circuit is interrupted only after the live conductors have been disconnected, and the continuity of the protective conductor circuit is re-established before any live conductor is reconnected (see also 8.2.6).

13.8.5 Clearances in air

Clearances between the respective conductors, and between adjacent systems, of collector wires, collector bars, slip-ring assemblies and their current collectors shall be suitable for operation in pollution degree 3 conditions (see IEC 60664-1, 2.5).

13.8.6 Creepage distances

Creepage distances between the respective conductors, and between adjacent systems of collector wires, collector bars and slip-ring assemblies, and their current collectors shall be suitable for operation in pollution degree 3 conditions (see IEC 60664-1, 2.5).

In abnormally dusty, moist or corrosive environments, the following creepage distance requirements apply:

- unprotected collector wires, collector bars, and slip-ring assemblies shall be equipped with insulators with a minimum creepage distance of 60 mm;
- enclosed collector wires, insulated multipole collector bars and insulated individual collector bars shall have a minimum creepage distance of 30 mm.

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).

13.8.7 Conductor system sectioning

Where collector wires or collector 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.

13.8.8 Construction and installation of collector wire, collector bar systems and slip-ring assemblies

Collector wires, collector bars and slip ring assemblies used for power circuits shall be grouped separately from those used for control circuits.

Collector wires, collector 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 collector wire and collector bar systems laid underground or underfloor shall be so designed that they cannot be opened by one person without the aid of a tool.

Where collector 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 collector bars laid underground or underfloor shall also be bonded together and earthed.

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

Underground and underfloor collector bar ducts shall have drainage facilities.

14 Câblage

14.1 Raccordement et cheminement

14.1.1 Prescriptions générales

Tous les raccordements, en particulier ceux du circuit de protection, doivent être protégés contre un desserrage accidentel.

Les moyens de raccordement doivent convenir à la section et à la nature des conducteurs à raccorder. Pour les conducteurs en aluminium ou en alliage d'aluminium, il faut tenir compte de la prévention des problèmes posés par la corrosion électrolytique (voir 13.2).

Le raccordement de deux conducteurs ou plus à une borne de raccordement n'est admis que si la borne est conçue à cet effet. Cependant, un seul conducteur de protection doit être raccordé à une borne de raccordement.

Les raccordements soudés ne sont autorisés que sur les bornes prévues à cet effet.

Les bornes sur les blocs de jonction doivent être clairement repérées afin de correspondre aux indications des schémas.

L'installation de conduits flexibles et de câbles souples doit être telle que les liquides s'écoulent à l'extérieur des accessoires.

Des moyens de rétention des brins de conducteur doivent être prévus pour raccorder des conducteurs à des dispositifs ou à des bornes ne comportant pas cette possibilité. La soudure ne doit pas être utilisée pour cet usage.

Les extrémités des conducteurs blindés doivent être préparées de façon à éviter un effilochage des brins et permettre un débranchement facile.

Les étiquettes pour le repérage doivent être lisibles, inamovibles et résistantes aux conditions d'environnement.

Les blocs de jonction doivent être raccordés et montés de telle façon que les câblages internes et externes ne dépassent pas les bornes (voir CEI 60947-7-1).

14.1.2 Cheminement des conducteurs et des câbles

Les conducteurs et les câbles doivent relier une borne à l'autre sans épissures ni raccordements. S'il n'est pas possible de prévoir des bornes dans des boîtes de jonction (par exemple grues mobiles ou appareils de levage présentant des câbles souples longs), des épissures et des raccordements peuvent être utilisés.

Lorsqu'il est nécessaire de raccorder et de débrancher des câbles et des ensembles de câbles, une longueur supplémentaire suffisante doit être prévue pour cet usage.

Les extrémités de câbles doivent assurer un support suffisant pour éviter les contraintes mécaniques aux extrémités des conducteurs.

Chaque fois que possible, le conducteur de protection doit être placé à proximité des conducteurs actifs correspondants de façon à diminuer l'impédance de boucle.

14 Wiring practices

14.1 Connections and routing

14.1.1 General requirements

All connections, especially those of the protective bonding circuit, shall be secured against accidental loosening.

The means of connection shall be suitable for the cross-sectional areas and nature of the conductors being terminated. For aluminium or aluminium alloy conductors, particular consideration shall be given to the prevention of problems of electrolytic corrosion (see 13.2).

The connection of two or more conductors to one terminal is permitted only in those cases where the terminal is designed for that purpose. However, only one protective conductor shall be connected to one terminal connecting point.

Soldered connections shall only be permitted where terminals are provided that are suitable for soldering.

Terminals on terminal blocks shall be plainly identified to correspond with markings on the diagrams.

The installation of flexible conduits and cables shall be such that liquids shall drain away from the fittings.

Means of retaining conductor strands shall be provided when terminating conductors at devices or terminals that are not equipped with this facility. Solder shall not be used for that purpose.

Shielded conductors shall be so terminated as to prevent fraying of strands and to permit easy disconnection.

Identification tags shall be legible, permanent, and appropriate for the physical environment.

Terminal blocks shall be mounted and wired so that the internal and external wiring does not cross over the terminals (see IEC 60947-7-1).

14.1.2 Conductor and cable runs

Conductors and cables shall be run from terminal to terminal without splices or joints. Where it is impracticable to provide terminals in a junction box, (e.g. on hoisting machines having long flexible cables), splices or joints may be used.

Where it is necessary to connect and disconnect cables and cable assemblies, a sufficient extra length shall be provided for that purpose.

The terminations of cables shall be adequately supported to prevent mechanical stresses at the terminations of the conductors.

Wherever possible, the protective conductor shall be placed close to the associated live conductors in order to decrease the impedance of the loop.

14.1.3 Conducteurs appartenant à des circuits différents

Des conducteurs appartenant à des circuits différents peuvent être posés côte à côte, ou peuvent faire partie de la même canalisation (par exemple conduit, système de goulottes) ou du même câble multiconducteur lorsque ces dispositions ne sont pas de nature à nuire au fonctionnement correct des circuits respectifs. Lorsque ces circuits sont soumis à des tensions différentes, ils doivent être soit séparés par des barrières adéquates, soit isolés pour la tension la plus élevée à laquelle peut être soumis n'importe quel conducteur de la canalisation.

14.2 Identification des conducteurs

14.2.1 Prescriptions générales

Les conducteurs doivent être repérables à chaque extrémité conformément à la documentation technique (voir article 18). La question 30 de l'annexe A peut être utilisée pour un accord entre fournisseur et utilisateur relatif à une méthode préférentielle d'identification.

Lorsqu'on se sert du repérage par la couleur pour l'identification des conducteurs, les couleurs suivantes peuvent être utilisées:

NOIR, BRUN, ROUGE, ORANGE, JAUNE, VERT, BLEU (y compris BLEU CLAIR), VIOLET, GRIS, BLANC, ROSE, TURQUOISE.

NOTE – Cette liste est tirée de la CEI 60757.

Lorsqu'une couleur est utilisée comme moyen d'identification, il est recommandé d'utiliser cette couleur sur toute la longueur du conducteur, soit avec les isolants, soit avec des marques de cette couleur. Une variante acceptable consiste à utiliser une identification supplémentaire à des endroits choisis.

Pour des raisons de sécurité, la couleur VERT ou la couleur JAUNE ne doit pas être utilisée s'il y a possibilité de confusion avec la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE (voir 14.2.2).

L'identification par couleur avec des combinaisons des couleurs citées ci-dessus peut être utilisée s'il n'y a pas de confusion et si le VERT ou le JAUNE ne sont pas utilisés, sauf dans la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE.

14.2.2 Identification du conducteur de protection

Le conducteur de protection doit pouvoir être facilement distingué par sa forme, son emplacement, son marquage ou sa couleur. Lorsque l'identification par la couleur est utilisée, ce doit être la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE et celle-ci doit être utilisée sur toute la longueur du conducteur. Cette couleur d'identification est strictement réservée au conducteur de protection.

Pour les conducteurs isolés, la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE doit être telle que, sur toute longueur de 15 mm, une des couleurs couvre au moins 30 % et au plus 70 % de la surface du conducteur, l'autre couleur couvrant le reste de la surface.

Lorsque le conducteur de protection peut être aisément identifié par sa forme, sa construction ou son emplacement (par exemple conducteur tressé), ou lorsque le conducteur isolé n'est pas facilement accessible, le codage par la couleur n'est pas nécessaire sur toute la longueur, mais les extrémités ou les parties accessibles doivent être clairement repérées par le symbole graphique 60417-2-IEC-5019 ou par la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE.

14.1.3 Conductors of different circuits

Conductors of different circuits may be laid side by side, may occupy the same duct (e.g. conduit, cable trunking system), or may be in the same multi-conductor cable, provided that the arrangement does not impair the proper functioning of the respective circuits. Where those circuits operate at different voltages, the conductors shall be separated by suitable barriers or shall be insulated for the highest voltage to which any conductor within the same duct can be subjected.

14.2 Identification of conductors

14.2.1 General requirements

Conductors shall be identifiable at each termination in accordance with the technical documentation (see clause 18). Annex A question 30, may be used for agreement between supplier and user regarding a preferred method of identification.

Where colour-coding is used for identification of conductors, the following colours may be used:

BLACK, BROWN, RED, ORANGE, YELLOW, GREEN, BLUE (including LIGHT BLUE), VIOLET, GREY, WHITE, PINK, TURQUOISE.

NOTE – This list of colours is derived from IEC 60757.

It is recommended that, where colour is used for identification, the colour be used throughout the length of the conductor either by the colour of the insulation or by colour markers. An acceptable alternative may consist of additional identification at selected locations.

For safety reasons, the colour GREEN or the colour YELLOW should not be used where there is a possibility of confusion with the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW (see 14.2.2).

Colour identification using combinations of those colours listed above may be used provided there can be no confusion, and that GREEN or YELLOW is not used except in the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.

14.2.2 Identification of the protective conductor

The protective conductor shall be readily distinguishable by shape, location, marking, or colour. When identification is by colour alone, the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW shall be used throughout the length of the conductor. This colour identification is strictly reserved for the protective conductor.

For insulated conductors, the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW shall be such that on any 15 mm length one of the colours covers at least 30 % and not more than 70 % of the surface of the conductor, the other colour covering the remainder of the surface.

Where the protective conductor can be easily identified by its shape, position, or construction (e.g. a braided conductor), or where the insulated conductor is not readily accessible, colour coding throughout its length is not necessary, but the ends or accessible positions shall be clearly identified by the graphical symbol 60417-2-IEC-5019 or by the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.

14.2.3 Identification du conducteur neutre

Lorsque le circuit comprend un conducteur neutre, identifié par la couleur, la couleur utilisée pour cet usage doit être BLEU CLAIR (voir 3.1.2 de CEI 60446). La couleur BLEU CLAIR ne doit pas être utilisée pour identifier un autre conducteur si la confusion est possible.

Lorsque l'identification par la couleur est utilisée, les conducteurs nus utilisés comme conducteurs neutres doivent être identifiés soit par une bande BLEU CLAIR, de 15 mm à 100 mm de large dans chaque boîtier ou équipement ou sur chaque emplacement accessible, soit colorés BLEU CLAIR sur toute leur longueur.

14.2.4 Identification des autres conducteurs

L'identification des autres conducteurs doit être réalisée par une couleur (soit dans la masse, soit avec une ou plusieurs bandes), par un nombre, par une lettre, ou par une combinaison de couleur, chiffres, ou lettres. Si des nombres sont utilisés, ils doivent être arabes; les lettres doivent être romaines (soit majuscules, soit minuscules).

Il est recommandé d'identifier les conducteurs isolés par le code de couleur suivant:

- NOIR: circuits de puissance alternatifs et continus;
- ROUGE: circuits de commande alternatifs;
- BLEU: circuits de commande continus;
- ORANGE: circuits de commande de verrouillage alimentés par une source de puissance externe.

Exceptions:

Par rapport à ce qui précède, des dérogations sont autorisées

- pour des appareils indépendants, achetés entièrement câblés;
- lorsque l'isolant utilisé n'est pas disponible dans les couleurs requises; ou
- lorsqu'un câble multiconducteur est utilisé, sauf pour le VERT-et-JAUNE.

14.3 Câblage à l'intérieur des enveloppes

Les conducteurs situés sur des panneaux doivent, si nécessaire, être maintenus en place par fixation. Les canalisations non métalliques ne doivent être autorisées que si elles sont réalisées en matériaux non propageurs de la flamme (voir CEI 60332-1).

Il est recommandé que l'équipement électrique monté à l'intérieur des enveloppes soit conçu et construit de manière à permettre des modifications de câblage à partir de la face avant de l'enveloppe (voir aussi 12.2.1). Lorsque cela est impossible et lorsque les appareils de commande sont branchés au fond de l'enveloppe, des portes d'accès ou des panneaux pivotants doivent être prévus.

Les raccordements aux dispositifs montés sur des portes ou sur d'autres parties amovibles doivent être réalisés avec des conducteurs flexibles conformes à 13.2, pour permettre un déplacement fréquent. Les conducteurs doivent être fixés aux parties fixes et aux parties mobiles, indépendamment des raccordements électriques (voir également 8.2.3 et 12.2.1).

Les conducteurs et les câbles qui ne cheminent pas dans des canalisations doivent être maintenus correctement.

Des blocs de jonction ou des ensembles fiche-prise doivent être utilisés pour le câblage de commande qui se prolonge au-delà de l'enveloppe.

Il est autorisé de raccorder les câbles de puissance et les câbles des circuits de mesure directement aux bornes des appareils pour lesquelles le raccordement a été prévu.

14.2.3 Identification of the neutral conductor

Where a circuit includes a neutral conductor identified by colour, the colour shall be LIGHT BLUE (see 3.1.2 of IEC 60446). LIGHT BLUE shall not be used for identifying any other conductor where confusion is possible.

Where identification by colour is used, bare conductors used as neutral conductors shall be either coloured by a LIGHT BLUE stripe, 15 mm to 100 mm wide in each compartment or unit or at each accessible position, or coloured LIGHT BLUE throughout their length.

14.2.4 Identification of other conductors

Identification of other conductors shall be by colour (either solid or with one or more stripes), number, alphanumeric, or a combination of colour and numbers or alphanumeric. When numbers are used, they shall be Arabic; letters shall be Roman (either upper or lower case).

It is recommended that insulated conductors be colour-coded as follows:

- BLACK: a.c. and d.c. power circuits;
- RED: a.c. control circuits;
- BLUE: d.c. control circuits;
- ORANGE: interlock control circuits supplied from an external power source.

Exceptions:

to the above are permitted where:

- individual devices are purchased complete with internal wiring;
- insulation is used that is not available in the colours required; or
- multiconductor cable is used, but not the bicolour combination GREEN-and-YELLOW.

14.3 Wiring inside enclosures

Panel conductors shall be supported where necessary to keep them in place. Non-metallic ducts shall be permitted only when they are made with a flame-retardant insulating material (see IEC 60332-1).

It is recommended that electrical equipment mounted inside enclosures be designed and constructed in such a way as to permit modification of the wiring from the front of the enclosure (see also 12.2.1). Where that is not possible and control devices are connected from the rear of the enclosure, access doors or swingout panels shall be provided.

Connections to devices mounted on doors or to other movable parts shall be made using flexible conductors in accordance with 13.2 to allow for the frequent movement of the part. The conductors shall be anchored to the fixed part and to the movable part independently of the electrical connection (see also 8.2.3 and 12.2.1).

Conductors and cables that do not run in ducts shall be adequately supported.

Terminal blocks or plug/socket combinations shall be used for control wiring that extends beyond the enclosure.

Power cables and cables of measuring circuits may be directly connected to the terminals of the devices for which the connections were intended.

14.4 Câblage à l'extérieur des enveloppes

14.4.1 Prescriptions générales

Les systèmes prévus pour le passage de câbles ou de canalisations et leurs propres presse-étoupe, manchons, etc. à l'intérieur d'une enveloppe doivent être tels que le degré de protection de l'enveloppe ne soit pas réduit (voir 12.3).

14.4.2 Canalisations externes

Les conducteurs et leurs raccordements externes à l'enveloppe ou aux enveloppes du matériel électrique doivent être placés dans des canalisations adéquates (par exemple conduit ou système de goulottes) comme décrit en 14.5, excepté pour des câbles convenablement protégés qui peuvent être installés sans canalisation servant d'enveloppe, et en utilisant (ou pas) des chemins de câbles ou des supports de câbles.

Les accessoires utilisés avec des canalisations ou des câbles multiconducteurs doivent être adaptés aux conditions d'environnement.

Un conduit métallique souple ou un câble multiconducteur souple doit être utilisé s'il est nécessaire d'utiliser des raccordements souples aux boîtes pendantes à boutons. Le poids des boîtes pendantes doit être supporté par des moyens autres que le conduit souple ou le câble multiconducteur, sauf si le conduit ou le câble est spécialement conçu pour cet usage.

Un conduit métallique souple ou un câble multiconducteur souple doit être utilisé pour des liaisons impliquant des déplacements faibles et peu fréquents. Il doit aussi leur être permis d'achever le raccordement à des moteurs normalement fixes, à des fins de course, et à d'autres dispositifs montés à l'extérieur. Les dispositifs précâblés (par exemple interrupteurs de position, détecteurs de proximité) alimentés par un câble intégré ne nécessitent pas de prévoir de conduits et de fixations.

14.4.3 Raccordement à l'appareil de levage et à ses éléments mobiles

Les raccordements aux pièces fréquemment mobiles doivent utiliser des conducteurs conformes à 13.2. Le câble et le conduit souples doivent être installés de façon à éviter des flexions et des contraintes excessives, en particulier au niveau de leurs accessoires d'extrémité.

Les câbles 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 souples des appareils de levage doivent être installés et protégés pour réduire la possibilité de dommage externe dû aux facteurs comprenant les utilisations suivantes de câbles avec abus potentiels:

- passage de l'appareil de levage sur ces câbles;
- passage de véhicules ou d'autres appareils de levage sur ces câbles;
- contacts avec la structure de l'appareil de levage 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 récepteur;
- exposition à une chaleur rayonnée excessive.

14.4 Wiring outside enclosures

14.4.1 General requirements

The means of introduction of cables or ducts with their individual glands, bushings, etc., into an enclosure shall ensure that the degree of protection is not reduced (see 12.3).

14.4.2 External ducts

Conductors and their connections external to the electrical equipment enclosure(s) shall be enclosed in suitable ducts (i.e. conduit or cable trunking systems) as described in 14.5, except for suitably protected cables that may be installed without ducts and with or without the use of open cable trays or cable support means.

Fittings used with ducts or multiconductor cable shall be suitable for the physical environment.

Flexible conduit or flexible multiconductor cable shall be used where it is necessary to employ flexible connections to pendant push-button stations. The weight of the pendant stations shall be supported by means other than the flexible conduit or the flexible multiconductor cable, except where the conduit or cable is specifically designed for that purpose.

Flexible conduit or flexible multiconductor cable shall be used for connections involving small or infrequent movements. They shall also be permitted to complete the connection to normally stationary motors, to position switches, and to other externally mounted devices. Where prewired devices (e.g. position switches, proximity switches) are supplied, the integral cable need not be enclosed in a duct.

14.4.3 Connection to the hoisting machine and to moving elements on the hoisting machine

Connections to frequently moving parts shall be made using conductors in accordance with 13.2. Flexible cable and flexible conduit shall be so installed as to avoid excessive flexing and straining, particularly at the fittings.

Cables subject to movement shall be supported in such a way that there is no mechanical strain on the connection points nor any sharp flexing. When 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.

Flexible cables of hoisting machines shall be so installed or protected as to minimize the possibility of external damage due to factors that include the following cable use or potential abuse:

- being run over by the hoisting machine itself;
- being run over by vehicles or other hoisting machines;
- coming into contact with the hoisting 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 collector;
- exposure to excessive radiated heat.

La gaine du câble doit résister à l'usure normale qui peut résulter du déplacement et de l'effet des agents polluants atmosphériques (par exemple huile, eau, liquides de refroidissement, poussière).

Lorsque les câbles soumis au déplacement sont près des parties mobiles, des précautions doivent être prises pour qu'un espace d'au moins 25 mm soit conservé entre les parties mobiles et les câbles. Lorsque cette distance n'est pas réalisable, des barrières fixes doivent être prévues entre les câbles et les parties mobiles.

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; et
- 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.

Les dispositifs guidant et supportant les câbles souples doivent être conçus de manière à ce que le rayon de courbure interne, en tous points où les câbles sont susceptibles de plier, ne soit pas inférieur aux valeurs données dans le tableau 8, sauf accord avec le fabricant du câble, prenant en compte les tensions admises et la durée de vie attendues.

Tableau 8 – Rayon minimal de courbure permis pour le guidage forcé de câbles souples

Application	Diamètre du câble ou épaisseur du câble plat d mm		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$d > 20$
Tambours de câbles	$6 d$	$6 d$	$8 d$
Rouleaux de guidage	$6 d$	$8 d$	$8 d$
Guirlandes	$6 d$	$6 d$	$8 d$
Autres	$6 d$	$6 d$	$8 d$

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.

Lorsqu'un conduit souple est voisin des parties mobiles, la construction et les moyens de fixation doivent éviter d'endommager le conduit souple dans toutes les conditions de fonctionnement. Les conduits métalliques souples ne doivent pas être utilisés dans le cas de mouvements rapides ou fréquents, sauf s'ils sont spécialement conçus pour cet emploi.

14.4.4 Raccordements des dispositifs à l'appareil de levage

Il est recommandé que, lorsque plusieurs appareils de connexion montés sur des appareils de levage (par exemple détecteurs de position, boutons-poussoirs) sont raccordés en série ou en parallèle, les conducteurs entre ces appareils soient renvoyés à des bornes formant les points de contrôle intermédiaires. Ces bornes doivent être placées de façon appropriée, protégées convenablement et indiquées sur les schémas correspondants.

14.4.5 Ensembles fiche-prise

Le raccordement à l'aide de dispositifs d'ensembles fiche-prise polarisés est permis lorsque le matériel est démontable.

Les ensembles fiche-prise doivent être d'une taille convenable et avoir une pression et une action de nettoyage de contact suffisantes pour assurer une bonne continuité électrique. Les distances d'isolement entre contacts doivent être convenables pour la tension d'emploi et doivent être conservées pendant l'insertion et le désaccouplement des connecteurs.

The cable sheath shall be resistant to the normal wear that can be expected from movement and to the effects of atmospheric contaminants (e.g. oil, water, coolants, dust).

Where cables subject to movement are close to moving parts, precautions shall be taken to maintain a space of at least 25 mm between the moving parts and the cables. Where that distance is not practicable, fixed barriers shall be provided between the cables and the moving parts.

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 cables always remain on a drum.

Devices serving to guide and carry a flexible cable shall be so designed that the inner bending radius at all points where the cable is bent is not less than the values given in table 8, unless otherwise agreed with the cable manufacturer, taking into account the permissible tension and the expected fatigue life.

Table 8 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables

Application	Cable diameter or thickness of flat cable <i>d</i> mm		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$d > 20$
Cable drums	$6 d$	$6 d$	$8 d$
Guide rollers	$6 d$	$8 d$	$8 d$
Festoon systems	$6 d$	$6 d$	$8 d$
All others	$6 d$	$6 d$	$8 d$

The straight section between two bends in an S-shaped length or a bend into another plane shall be at least 20 times the diameter of the cable.

Where flexible conduit is adjacent to moving parts, the construction and supporting means shall prevent damage to the flexible conduit under all conditions of operation. Flexible metallic conduit shall not be used for rapid or frequent movements except when specifically designed for that purpose.

14.4.4 Interconnection of devices on the hoisting machine

Where several hoisting machine mounted switching devices (e.g. position sensors, push-buttons) are connected in series or in parallel, it is recommended that the connections between those devices be made through terminals forming intermediate test points. Such terminals shall be conveniently placed, adequately protected, and shown on the relevant diagrams.

14.4.5 Plug/socket combinations

Where equipment is removable, connections to it through a polarized plug/socket combination are permitted.

Plug/socket combinations shall be of adequate size and shall have sufficient contact pressure and a wiping action to ensure electrical continuity. Clearances between contacts shall be adequate for the voltages used and shall be maintained during insertion and removal of the connectors.

Les ensembles fiche-prise doivent être choisis et installés de manière à éviter à tout moment un contact involontaire avec les parties actives, y compris pendant l'insertion et le désaccouplement des connecteurs. Cette disposition n'est pas applicable aux circuits TBTP.

Les ensembles fiche-prise doivent être conçus de telle façon que le raccordement au circuit de protection soit effectué avant celui des phases, et ne soit pas interrompu avant que le raccordement de toutes les phases n'ait été interrompu (voir aussi 6.2.4), excepté pour les connecteurs des circuits TBTP, ou pour ceux utilisés uniquement pour faciliter l'assemblage/désassemblage (connecteurs multipôles).

Les ensembles fiche-prise calibrés pour plus de 16 A ou restant connectés en service normal doivent être du type à ergot de retenue afin d'éviter toute déconnexion involontaire. Les ensembles fiche-prise de 63 A et plus doivent être d'un type interverrouillé à un interrupteur, de manière que la connexion et la déconnexion ne soient possibles qu'en position ouverte de l'interrupteur.

Lorsque plusieurs ensembles fiche-prise sont utilisés dans le même équipement électrique, ils doivent être clairement identifiables. Il est recommandé d'utiliser un détrompage mécanique afin d'éviter une insertion incorrecte.

Les ensembles fiche-prise conformes à la CEI 60309-1 ou utilisés pour des applications domestiques ne doivent pas être utilisés pour les circuits de commande.

14.4.6 Démontage pour le transport

Lorsqu'il est nécessaire de déconnecter le câblage pour le transport, les bornes ou ensembles fiche-prise doivent être prévues aux endroits de fractionnement. Un interverrouillage des prises combinées associé à un interrupteur ne peut être omis que si ces prises combinées ne sont utilisées que pour le montage ou le démontage.

Ces bornes doivent être munies d'enveloppes appropriées et les prises combinées doivent être protégées de l'environnement lors du transport et du stockage.

14.4.7 Conducteurs supplémentaires

Il convient d'envisager la fourniture de conducteurs supplémentaires pour l'entretien et la réparation. Lorsque des conducteurs de réserve sont livrés, ils doivent être raccordés à des bornes de réserve, ou isolés de façon à éviter tout contact avec les parties actives.

14.5 Canalisations, boîtes de raccordements et autres boîtiers

14.5.1 Prescriptions générales

Les canalisations doivent assurer un degré minimum de protection IP33 (voir CEI 60529).

Toute arête vive, éclat, bavure, surface rugueuse ou filetage avec lesquels l'isolation des conducteurs peut entrer en contact doit être enlevé des canalisations et des accessoires. Si nécessaire, des protections supplémentaires telles que des matériaux non propagateurs de flamme ou résistant à l'huile doivent être prévues pour protéger l'isolant du conducteur.

Des trous d'évacuation de liquide de 6 mm de diamètre sont admis dans les systèmes de goulottes, les boîtes de jonction ou autres boîtes utilisées pour le câblage et susceptibles d'accumuler de l'huile ou de l'humidité.

Afin d'éviter une confusion entre les conduits électriques et ceux d'huile, d'air ou d'eau, il est recommandé que les conduits électriques soient physiquement séparés ou clairement identifiés.

Plug/socket combinations shall be of such a type and so installed to prevent unintentional contact with live parts at any time even during insertion or removal of the connectors. PELV circuits are excepted from this requirement.

Plug/socket combinations shall be so designed that a protective bonding circuit connection is made before any live connections are made, and is not disconnected until all live connections in the plug are disconnected (see also 6.2.4) except those used in PELV circuits or those used only to facilitate assembling/disassembling (multipole connectors).

Plug/socket combinations that are rated at more than 16 A or that remain connected during normal service shall be of a retaining type to prevent unintended disconnection. Plug/socket combinations rated at 63 A or above shall be of an interlocked type with a switch, so that connection and disconnection is possible only when the switch is in the OFF position.

Where more than one plug/socket combination is used in the same electrical equipment, they shall be clearly identifiable. It is recommended that mechanical coding be used to prevent incorrect insertion.

Plug/socket combinations in accordance with IEC 60309-1 or of a type used for domestic applications shall not be used for control circuits.

14.4.6 Dismantling for shipment

Where it is necessary that wiring be disconnected for shipment, terminals or plug/socket combinations shall be provided at the sectional points. An interlocking of plug/socket combinations with a combined switch may be dispensed with, if the plug/socket combination is used only for erection and dismantling.

Such terminals shall be suitably enclosed and plug/socket combinations shall be protected from the physical environment during transportation and storage.

14.4.7 Additional conductors

Consideration should be given to providing additional conductors for maintenance or repair. When spare conductors are provided, they shall be connected to spare terminals or isolated in such a manner as to prevent contact with live parts.

14.5 Ducts, connection boxes and other boxes

14.5.1 General requirements

Ducts shall provide a minimum degree of protection of IP33 (see IEC 60529).

All sharp edges, flash, burrs, rough surfaces, or threads with which the insulation of the conductors may come in contact shall be removed from ducts and fittings. Where necessary, additional protection consisting of a flame-retardant, oil-resistant insulating material shall be provided to protect conductor insulation.

Drain holes of 6 mm diameter are permitted in cable trunking systems, connection boxes, and other boxes used for wiring purposes that can be subject to accumulations of oil or moisture.

In order to prevent confusion of conduits with oil, air, or water piping, it is recommended that the conduits be either physically separated or suitably identified.

Les canalisations et les chemins de câbles doivent être fixés de façon rigide et placés à une distance suffisante des parties mobiles de manière à réduire les possibilités de détérioration ou d'usure. Dans les endroits où un passage humain est exigé, les canalisations et chemins de câbles ouverts doivent être montés de manière que les distances données en 12.5.1 soient satisfaites.

Les canalisations doivent être prévues pour la protection mécanique seulement (voir 8.2.3 sur des moyens adaptés aux liaisons équipotentielles).

Il convient de ne pas considérer des chemins de câbles partiellement recouverts comme des conduits ou des systèmes de goulottes (voir 14.5.6), et les câbles utilisés doivent être appropriés à une installation sur chemin de câbles (voir 14.4.2).

14.5.2 Taux de remplissage des canalisations

Il convient que le taux de remplissage des conduits soit basé sur la résistance et la longueur de la canalisation et la souplesse des conducteurs. Il est recommandé que les dimensions et les dispositions des canalisations permettent une mise en place aisée des conducteurs et câbles.

14.5.3 Conduit métallique rigide et accessoires

Un conduit métallique rigide et ses accessoires doivent être en acier galvanisé ou en matériau résistant à la corrosion, adapté aux conditions d'utilisation. Il convient d'éviter l'usage de métaux non similaires, dont le contact peut entraîner une action galvanique.

Les conduits doivent être maintenus en place de façon sûre et supportés à chacune de leurs extrémités.

Les accessoires doivent être compatibles avec les conduits et adaptés à l'application. Ils doivent être filetés à moins que des difficultés de structure empêchent ce mode d'assemblage. Lorsque des accessoires sans filetage sont utilisés, le conduit doit être fixé à l'équipement de façon sûre.

Les courbures des conduits doivent être réalisées de façon que les conduits ne soient pas endommagés et que le diamètre interne ne soit pas réduit de façon significative.

14.5.4 Conduit métallique souple et accessoires

Un conduit métallique souple doit consister en un tubage, ou en une armature de fil tissé, en métal souple. Elle doit convenir aux conditions d'environnement prévues.

Les accessoires doivent être compatibles avec le conduit et adaptés à l'application.

14.5.5 Conduit souple non métallique et accessoires

Un conduit souple non métallique doit résister à la torsion et doit avoir des caractéristiques physiques comparables à la gaine des câbles multiconducteurs.

Le conduit doit être approprié aux conditions d'environnement prévues.

Les accessoires doivent être compatibles avec le conduit et adaptés à l'application.

Ducts and cable trays shall be rigidly supported and positioned at a sufficient distance from moving parts and in such a manner so as to minimize the possibility of damage or wear. In areas where human passage is required, the ducts and cable trays shall be mounted to give at least the clearance specified in 12.5.1.

Ducts shall be provided only for mechanical protection (see 8.2.3 for requirements for connection to the protective bonding circuit).

Cable trays that are partially covered should not be considered to be ducts or cable trunking systems (see 14.5.6), and the cables used shall be suitable for installation on cable trays (see 14.4.2).

14.5.2 Percentage fill of ducts

Consideration of the percentage fill of ducts should be based on the straightness and length of the duct and the flexibility of the conductors. It is recommended that the dimensions and arrangement of the ducts be such as to facilitate the insertion of the conductors and cables.

14.5.3 Rigid metal conduits and fittings

Rigid metal conduits and fittings shall be of galvanized steel or of a corrosion-resistant material suitable for the conditions. The use of dissimilar metals in contact that can cause galvanic action should be avoided.

Conduits shall be securely held in place and supported at each end.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application. Fittings shall be threaded unless structural difficulties prevent assembly. Where threadless fittings are used, the conduit shall be securely fastened to the equipment.

Conduit bends shall be made in such a manner that the conduit shall not be damaged, and the internal diameter of the conduit shall not be effectively reduced.

14.5.4 Flexible metal conduits and fittings

Flexible metal conduits shall consist of flexible metal tubing or woven wire armour. It shall be suitable for the expected physical environment.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application.

14.5.5 Flexible non-metallic conduits and fittings

Flexible non-metallic conduits shall be resistant to kinking and shall have physical characteristics similar to those of the sheath of multiconductor cables.

The conduits shall be suitable for use in the expected physical environment.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application.

14.5.6 Système de goulottes

Les systèmes de goulottes externes aux enveloppes doivent être rigidement fixés et éloignés de toute partie mobile ou polluante de la machine.

Les couvercles doivent avoir une forme telle qu'elle recouvre les flancs; des joints sont autorisés. Les couvercles doivent être attachés aux systèmes de goulottes par des charnières ou des chaînes et maintenus fermés au moyen de vis imperdables ou d'autres dispositifs de fixation convenables. Sur des systèmes de goulottes horizontaux, le couvercle ne doit pas être sur la partie inférieure.

Lorsque le système de goulottes est fourni en sections, les joints entre sections doivent s'emboîter parfaitement mais ne doivent pas nécessiter l'emploi de garnitures d'étanchéité.

Les seules ouvertures autorisées doivent être celles nécessaires au câblage ou à l'évacuation des liquides. Les systèmes de goulottes ne doivent pas avoir de parties défonçables ouvertes non utilisées.

14.5.7 Compartiments et systèmes de goulottes

L'utilisation de compartiments ou de systèmes de goulottes à l'intérieur d'un appareil de levage pour envelopper les conducteurs doit être admise à condition que le compartiment ou le système de goulottes soit isolé des réservoirs d'agent de refroidissement ou d'huile, et soit entièrement fermé. Le cheminement des conducteurs dans des compartiments et systèmes de goulottes internes doit être garanti et disposé de façon à ce qu'ils ne soient pas soumis à des détériorations.

14.5.8 Boîtes de raccordement et autres boîtiers

Les boîtes de raccordement et autres boîtiers utilisés pour le câblage doivent être facilement accessibles pour l'entretien. Ces boîtes doivent procurer une protection contre les entrées de corps solides et les liquides, en tenant compte des influences externes dans lesquelles la machine est prévue pour fonctionner (voir 12.3). La construction doit être suffisante pour protéger contre les dommages mécaniques en fonctionnement normal.

Ces boîtes ne doivent pas avoir de parties défonçables ouvertes non utilisées ni aucun autre orifice et doivent être conçues pour exclure des matières telles que poussière, huile ou réfrigérant.

14.5.9 Boîtes à bornes de moteur

Les boîtes à bornes de moteur ne doivent renfermer que les raccordements au moteur et aux dispositifs montés sur le moteur (par exemple freins, capteur de température, interrupteur ou génératrice tachymétrique).

15 Moteurs électriques et équipements associés

15.1 Prescriptions générales

Il convient que les moteurs satisfassent aux prescriptions de la CEI 60034-1.

Les règles de protection pour les moteurs et l'équipement associé sont données en 7.2 pour la protection contre les surintensités, en 7.3 pour la protection contre les surcharges et en 7.6 pour la protection contre les survitesses.

14.5.6 Cable trunking systems

Cable trunking systems external to enclosures shall be rigidly supported and clear of all moving or contaminating portions of the hoisting machine.

Covers shall be shaped to overlap the sides; gaskets shall be permitted. Covers shall be attached to cable trunking systems by hinges or chains and held closed by means of captive screws or other suitable fasteners. On horizontal cable trunking systems, the cover shall not be on the bottom.

Where the cable trunking system is furnished in sections, the joints between sections shall fit tightly but need not be gasketed.

The only openings permitted shall be those required for wiring or for drainage. Cable trunking systems shall not have opened but unused knock-outs.

14.5.7 Hoisting machine compartments and cable trunking systems

The use of compartments or cable trunking systems within a hoisting machine to enclose conductors shall be permitted provided the compartments or cable trunking systems are isolated from coolant or oil reservoirs and are entirely enclosed. Conductors run in enclosed compartments and cable trunking systems shall be so secured and arranged that they are not subject to damage.

14.5.8 Connection boxes and other boxes

Connection boxes and other boxes used for wiring purposes shall be readily accessible for maintenance. Those boxes shall provide protection against the ingress of solid bodies and liquids, taking into account the external influences under which the hoisting machine is intended to operate (see 12.3). The construction shall be sufficient to protect against mechanical damage in normal use.

Those boxes shall not have opened but unused knockouts nor any other openings and shall be so constructed as to exclude materials such as dust, flyings, oil, and coolant.

14.5.9 Motor connection boxes

Motor connection boxes shall enclose only connections to the motor and motor-mounted devices (e.g. brakes, temperature sensors, plugging switches, tachometer generators).

15 Electric motors and associated equipment

15.1 General requirements

Electric motors should conform to the requirements of IEC 60034-1.

The protection requirements for motors and associated equipment are given in 7.2 for overcurrent protection, in 7.3 for overload protection, and in 7.6 for overspeed protection.

Comme beaucoup de commandes ne coupent pas l'alimentation du moteur lorsqu'il est au repos, des précautions doivent être prises pour s'assurer que les prescriptions de 5.3, 5.4, 5.5, 7.5, 7.6 et 9.4 sont respectées. Le matériel de commande du moteur doit être placé et monté conformément à l'article 12.

15.2 Enveloppes des moteurs

Il est recommandé de choisir les enveloppes des moteurs parmi celles définies dans la CEI 60034-5.

Le degré de protection pour tous les moteurs doit être au moins égal à IP23 (voir CEI 60529). Des prescriptions plus sévères peuvent être exigées en fonction des conditions d'utilisation et d'environnement (voir 4.4). Les moteurs incorporés comme partie intégrante de l'appareil de levage doivent être montés de manière à être correctement protégés des dommages mécaniques.

15.3 Dimensions des moteurs

Les dimensions des moteurs doivent satisfaire autant que possible aux prescriptions de la CEI 60072-1 et de la CEI 60072-2.

15.4 Montage des moteurs et compartiments moteurs

Chaque moteur et ses accouplements, courroies, poulies ou chaînes doivent être montés de façon à être protégés correctement et à être facilement accessibles pour le contrôle, la maintenance, le réglage, l'alignement, la lubrification et le remplacement. Le montage du moteur doit être tel que tous les moyens de fixation puissent être enlevés, et que toutes les boîtes à bornes puissent être accessibles.

Les moteurs doivent être montés de telle façon qu'un refroidissement correct soit assuré et que l'échauffement reste dans les limites de la classe d'isolation (voir CEI 60034-1).

Il convient que les compartiments moteurs soient si possible propres et secs et, lorsque cela est prescrit, ils doivent être ventilés directement vers l'extérieur de l'appareil de levage. Les ouïes de ventilation doivent être telles que la pénétration de copeaux, poussière ou projection d'eau soit à un niveau acceptable.

Il ne doit pas y avoir d'ouverture entre le compartiment moteur et tout autre partie ne satisfaisant pas aux prescriptions du compartiment moteur. Si un conduit ou une tuyauterie circule dans le compartiment moteur à partir d'un autre compartiment sans respecter les prescriptions du compartiment moteur, tout jeu autour du conduit ou de la tuyauterie doit être rendu étanche.

15.5 Critère de choix des moteurs

Les caractéristiques des moteurs et de l'équipement associé doivent être choisies conformément aux conditions de service et d'environnement présumées (voir 4.4). Les paramètres qui doivent être soigneusement pris en compte comprennent

- le type du moteur;
- le type du cycle en service (voir CEI 60034-1);
- le fonctionnement à vitesse fixe ou à vitesse variable et par conséquent l'influence variable de la ventilation;
- la vibration mécanique;
- le type de convertisseur pour la commande de la vitesse du moteur (voir CEI 60146);
- l'influence sur l'échauffement du spectre de la tension et/ou du courant (quand le moteur est alimenté en DC par un convertisseur statique);