



IEC 60204-1

Edition 5.1 2009-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety of machinery – Electrical equipment of machines –
Part 1: General requirements**

**Sécurité des machines – Equipement électrique des machines –
Partie 1: Règles générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **CQ**
CODE PRIX

ICS 29.020

ISBN 2-8318-1024-3

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	12
3 Definitions	14
4 General requirements	21
4.1 General considerations	21
4.2 Selection of equipment	22
4.3 Electrical supply	23
4.4 Physical environment and operating conditions	24
4.5 Transportation and storage	26
4.6 Provisions for handling	26
4.7 Installation.....	26
5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off	26
5.1 Incoming supply conductor terminations.....	26
5.2 Terminal for connection to the external protective earthing system	27
5.3 Supply disconnecting (isolating) device	27
5.4 Devices for switching off for prevention of unexpected start-up.....	30
5.5 Devices for disconnecting electrical equipment	30
5.6 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection.....	31
6 Protection against electric shock.....	31
6.1 General	31
6.2 Protection against direct contact	31
6.3 Protection against indirect contact	34
6.4 Protection by the use of PELV.....	35
7 Protection of equipment	36
7.1 General	36
7.2 Overcurrent protection	36
7.3 Protection of motors against overheating	39
7.4 Abnormal temperature protection	40
7.5 Protection against supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration	40
7.6 Motor overspeed protection.....	41
7.7 Earth fault/residual current protection.....	41
7.8 Phase sequence protection	41
7.9 Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges	41
8 Equipotential bonding	41
8.1 General	41
8.2 Protective bonding circuit.....	44
8.3 Functional bonding	47
8.4 Measures to limit the effects of high leakage current	47

9	Control circuits and control functions.....	47
9.1	Control circuits	47
9.2	Control functions	48
9.3	Protective interlocks	53
9.4	Control functions in the event of failure	54
10	Operator interface and machine-mounted control devices.....	58
10.1	General	58
10.2	Push-buttons	59
10.3	Indicator lights and displays	61
10.4	Illuminated push-buttons	62
10.5	Rotary control devices	62
10.6	Start devices	62
10.7	Emergency stop devices	62
10.8	Emergency switching off devices	63
10.9	Enabling control device	64
11	Controlgear: location, mounting, and enclosures	64
11.1	General requirements	64
11.2	Location and mounting.....	64
11.3	Degrees of protection	66
11.4	Enclosures, doors and openings	66
11.5	Access to controlgear	67
12	Conductors and cables	68
12.1	General requirements	68
12.2	Conductors	68
12.3	Insulation.....	69
12.4	Current-carrying capacity in normal service.....	69
12.5	Conductor and cable voltage drop.....	70
12.6	Flexible cables.....	71
12.7	Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies.....	72
13	Wiring practices.....	74
13.1	Connections and routing	74
13.2	Identification of conductors	75
13.3	Wiring inside enclosures	77
13.4	Wiring outside enclosures.....	77
13.5	Ducts, connection boxes and other boxes	80
14	Electric motors and associated equipment	82
14.1	General requirements	82
14.2	Motor enclosures	83
14.3	Motor dimensions	83
14.4	Motor mounting and compartments	83
14.5	Criteria for motor selection.....	83
14.6	Protective devices for mechanical brakes.....	84
15	Accessories and lighting	84
15.1	Accessories	84
15.2	Local lighting of the machine and equipment.....	84

16	Marking, warning signs and reference designations.....	85
16.1	General	85
16.2	Warning signs	86
16.3	Functional identification	86
16.4	Marking of equipment	86
16.5	Reference designations	87
17	Technical documentation	87
17.1	General	87
17.2	Information to be provided	87
17.3	Requirements applicable to all documentation.....	88
17.4	Installation documents	88
17.5	Overview diagrams and function diagrams	89
17.6	Circuit diagrams	89
17.7	Operating manual	90
17.8	Maintenance manual.....	90
17.9	Parts list	90
18	Verification	90
18.1	General	90
18.2	Verification of conditions for protection by automatic disconnection of supply	91
18.3	Insulation resistance tests	94
18.4	Voltage tests	95
18.5	Protection against residual voltages	95
18.6	Functional tests	95
18.7	Retesting.....	95
	Annex A (normative) Protection against indirect contact in TN-systems.....	96
	Annex B (informative) Enquiry form for the electrical equipment of machines	100
	Annex C (informative) Examples of machines covered by this part of IEC 60204	104
	Annex D (informative) Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines.....	106
	Annex E (informative) Explanation of emergency operation functions.....	112
	Annex F (informative) Guide for the use of this part of IEC 60204	113
	Annex G (informative) Comparison of typical conductor cross-sectional areas	115
	Bibliography.....	117
	Index	119
	Figure 1 – Block diagram of a typical machine	10
	Figure 2 – Example of equipotential bonding for electrical equipment of a machine	43
	Figure 3 – Method a).....	57
	Figure 4 – Method b).....	57
	Figure A.1 – Typical arrangement for fault loop impedance measurement.....	99
	Figure D.1 – Methods of conductor and cable installation independent of number of conductors/cables	107
	Figure D.2 – Parameters of conductors and protective devices	109

Table 1 – Minimum cross-sectional area of the external protective copper conductor	27
Table 2 – Colour-coding for push-button actuators and their meanings	60
Table 3 – Symbols for push-buttons	60
Table 4 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the machine	61
Table 5 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors.....	68
Table 6 – Examples of 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	70
Table 7 – Derating factors for cables wound on drums.....	72
Table 8 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables	79
Table 9 – Application of the test methods for TN-systems.....	93
Table 10 – Examples of maximum cable length from each protective device to its load	94
Table A.1 – Maximum disconnecting times for TN systems	96
Table D.1 – Correction factors.....	106
Table D.2 – Derating factors from I_Z for grouping	108
Table D.3 – Derating factors from I_Z for multicore cables up to 10 mm ²	108
Table D.4 – Classification of conductors	109
Table D.5 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions	110
Table F.1 – Application options	114
Table G.1 – Comparison of conductor sizes.....	115

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

Part 1: General requirements

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60204-1 has been prepared by technical committee 44: Safety of machinery – Electrotechnical aspects.

This edition constitutes a technical revision. It incorporates material from the fourth edition, amended to provide general requirements for machines, including mobile machines and complex (for example large) machine installations.

This consolidated version of IEC 60204-1 consists of the fifth edition (2005) [documents 44/494/FDIS and 44/502/RVD] and its amendment 1 (2008) [documents 44/575/CDV and 44/580/RVC].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 5.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The following differences exist in some countries:

- 4.3.1: The voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems in Europe are given in EN 50160:1999.
- 5.1: Exception is not allowed (USA).
- 5.1: TN-C systems are not permitted in low-voltage installations in buildings (Norway).
- 5.2: Terminals for the connection of the protective earthing conductors may be identified by the colour green, the letters “G” or “GR” or “GRD” or “GND”, or the word “ground” or “grounding”, or with the graphical symbol IEC 60417-5019 (DB: 2002-10) or any combination (USA).
- 6.3.3 b), 13.4.5 b), 18.2.1: TT power systems are not allowed (USA).
- 7.2.3: Disconnection of the neutral conductor is mandatory in a TN-S system (France and Norway).
- 7.2.3: Third paragraph: distribution of a neutral conductor with an IT system is not allowed (USA and Norway).
- 9.1.2: Maximum nominal a.c. control circuit voltage is 120 V (USA).
- 12.2: Only stranded conductors are allowed on machines, except for 0,2 mm² solid conductors within enclosures (USA).
- 12.2: The smallest power circuit conductor allowed on machines is 0,82 mm² (AWG 18) in multiconductor cables or in enclosures (USA).
- Table 5: Cross-sectional area is specified in ANSI/NFPA 79 using American Wire Gauge (AWG) (USA). See Annex G.
- 13.2.2: 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).
- 13.2.3: The colour identification WHITE or GREY is used for earthed neutral conductors instead of the colour identification BLUE (USA and Canada).
- 15.2.2: First paragraph: Maximum value between conductors 150 V (USA).
- 15.2.2: 2nd paragraph, 5th bullet: The full load current rating of lighting circuits does not exceed 15 A (USA).
- 16.4: Nameplate marking requirements (USA).

IEC 60204 consists of the following parts, under the general title *Safety of machinery – Electrical equipment of machines*:

- Part 1: General requirements
- Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV
- Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing machines, units and systems
- Part 32: Requirements for hoisting machines
- Part 33: Particular requirements for semiconductor manufacturing equipment¹

¹ Under consideration.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

This part of IEC 60204 provides requirements and recommendations relating to the electrical equipment of machines so as to promote:

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

More guidance on the use of this part of IEC 60204 is given in Annex F.

Figure 1 has been provided as an aid to the understanding of the inter-relationship of the various elements of a machine and its associated equipment. Figure 1 is a block diagram of a typical machine and associated equipment showing the various elements of the electrical equipment addressed in this part of IEC 60204. Numbers in parentheses () refer to Clauses and Subclauses in this part of IEC 60204. It is understood in Figure 1 that all of the elements taken together including the safeguards, tooling/fixtures, software, and the documentation, constitute the machine, and that one or more machines working together with usually at least one level of supervisory control constitute a manufacturing cell or system.

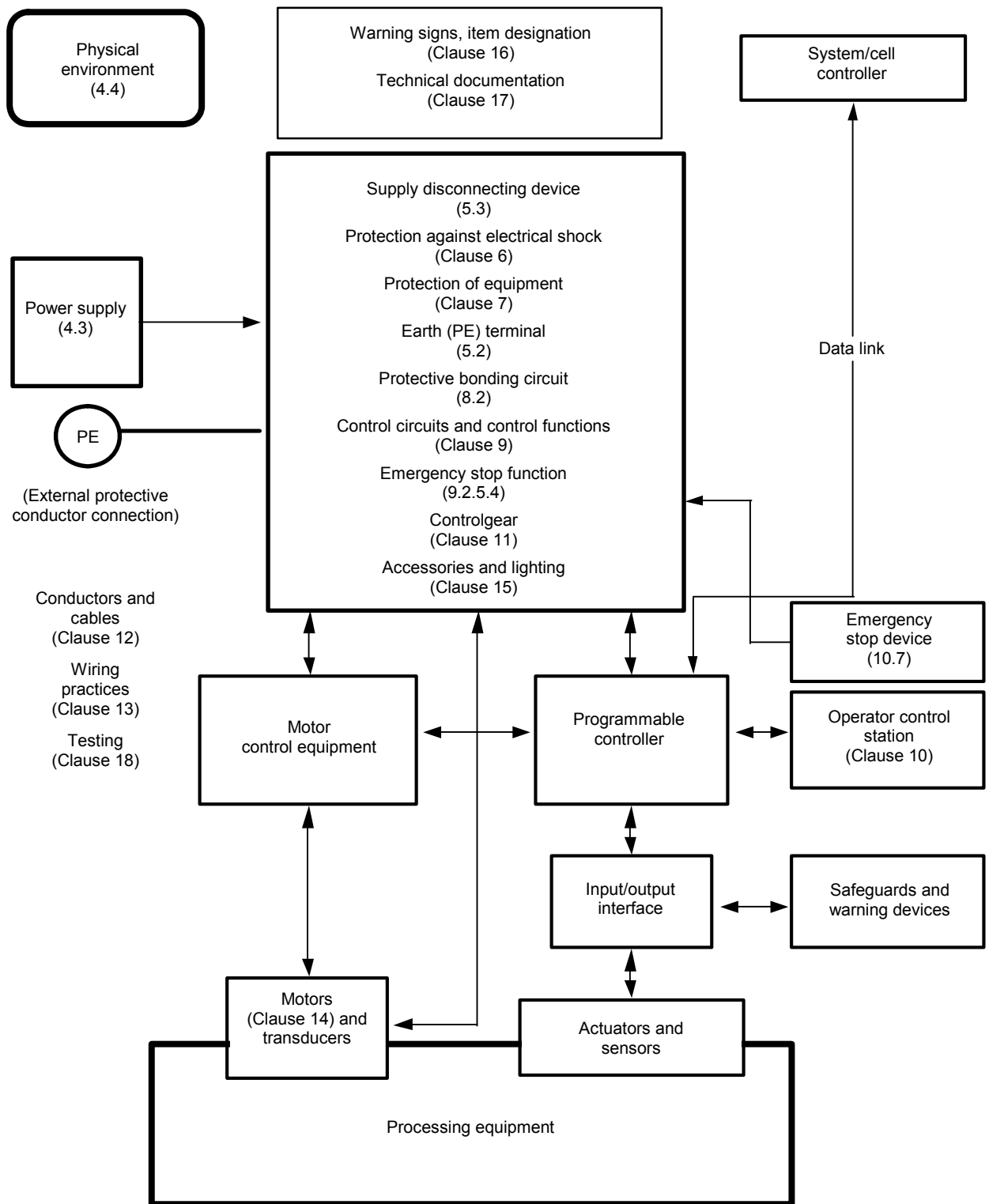


Figure 1 – Block diagram of a typical machine

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 60204 applies to the application of electrical, electronic and programmable electronic equipment and systems to machines not portable by hand while working, including a group of machines working together in a co-ordinated manner.

NOTE 1 This part of IEC 60204 is an application standard and is not intended to limit or inhibit technological advancement.

NOTE 2 In this part of IEC 60204, the term *electrical* includes electrical, electronic and programmable electronic matters (i.e. *electrical equipment* means electrical, electronic and programmable electronic equipment).

NOTE 3 In the context of this part of IEC 60204, 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 machine in question.

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

NOTE 4 The requirements for the electrical supply installation in buildings are given in the IEC 60364 series.

This part of IEC 60204 is applicable to the electrical equipment or parts of the electrical equipment that operate with nominal supply voltages not exceeding 1 000 V for alternating current (a.c.) and not exceeding 1 500 V for direct current (d.c.), and with nominal supply frequencies not exceeding 200 Hz.

NOTE 5 For higher voltages, see IEC 60204-11.

This part of IEC 60204 does not cover all the requirements (for example guarding, interlocking, or control) that are needed or required by other standards or regulations in order to protect persons from hazards other than electrical hazards. Each type of machine has unique requirements to be accommodated to provide adequate safety.

This part specifically includes, but is not limited to, the electrical equipment of machines as defined in 3.35.

NOTE 6 Annex C lists examples of machines whose electrical equipment can be covered by this part of IEC 60204.

This part of IEC 60204 does not specify additional and special requirements that can apply to the electrical equipment of machines that, for example:

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

- are sewing machines, units, and systems (which are covered by IEC 60204-31);
- are hoisting machines (which are covered by IEC 60204-32).

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

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this part of IEC 60204. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60034-11, *Rotating electrical machines – Part 11: Thermal protection*

IEC 60072-1, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1 080*

IEC 60072-2, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 2: Frame numbers 355 to 1 000 and flange numbers 1 180 to 2 360*

IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*

IEC 60309-1:1999, *Plugs, socket-outlets, and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-43:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-5-52:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60364-5-53:2002, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60364-5-54:2002, *Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors*

IEC 60364-6-61:2001, *Electrical installations of buildings – Part 6-61: Verification – Initial verification*

IEC 60417-DB:2002², *Graphical symbols for use on equipment*

² “DB” refers to the IEC on-line database.

IEC 60439-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

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

IEC 60446:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or numerals*

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Man-machine interface (MMI) – Actuating principles*

IEC 60529:1999, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
Amendment 1 (2001)

IEC 60617-DB:2001³, *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*

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

IEC 60947-1:2004, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-2:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-3:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors, and fuse combination units*

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 60947-7-1:2002, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – 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 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61310 (all parts), *Safety of machinery – Indication, marking and actuation*

IEC 61346 (all parts), *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations*

³ “DB” refers to the IEC on-line database.

IEC 61557-3:1997, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 3: Loop impedance*

IEC 61558-1:1997, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 1: General requirements and tests*
Amendment 1 (1998)

IEC 61558-2-6, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2-6: Particular requirements for safety isolating transformers for general use*

IEC 61984:2001, *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 62023:2000, *Structuring of technical information and documentation*

IEC 62027:2000, *Preparation of parts lists*

IEC 62061:2005, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC 62079:2001, *Preparation of instructions – Structuring, content and presentation*

ISO 7000:2004, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

ISO 12100-1:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology*

ISO 12100-2:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 2: Technical principles*

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

ISO 13849-2:2003, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation*

ISO 13850:2006, *Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	128
INTRODUCTION	131
1 Domaine d'application	133
2 Références normatives	134
3 Définitions	136
4 Exigences générales	143
4.1 Généralités	143
4.2 Choix des équipements	144
4.3 Alimentation électrique	145
4.4 Environnement physique et conditions de fonctionnement	146
4.5 Transport et stockage	148
4.6 Précautions pour la manutention	148
4.7 Installation	148
5 Bornes des conducteurs d'alimentation et appareils de sectionnement et de coupure	148
5.1 Bornes des conducteurs d'alimentation	148
5.2 Borne pour le raccordement à l'installation de protection externe	149
5.3 Appareil de sectionnement de l'alimentation	149
5.4 Appareils de coupure pour éviter un redémarrage intempestif	152
5.5 Appareils de sectionnement pour l'équipement électrique	152
5.6 Protection contre une fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur	153
6 Protection contre les chocs électriques	153
6.1 Généralités	153
6.2 Protection contre les contacts directs	153
6.3 Protection contre les contacts indirects	156
6.4 Protection par l'utilisation de la TBTP	157
7 Protection de l'équipement	158
7.1 Généralités	158
7.2 Protection contre les surintensités	158
7.3 Protection des moteurs contre les échauffements anormaux	161
7.4 Protection contre les températures anormales	162
7.5 Protection contre l'interruption ou la baisse de la tension d'alimentation et son rétablissement ultérieur	162
7.6 Protection contre la survitesse des moteurs	163
7.7 Protection contre les défauts à la terre et les courants résiduels	163
7.8 Protection de l'ordre des phases	163
7.9 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou surtensions de manœuvre	163
8 Liaisons équipotentielles	163
8.1 Généralités	163
8.2 Circuit de protection	166
8.3 Liaisons fonctionnelles	169
8.4 Mesures pour limiter les effets d'un courant de fuite élevé	169

9	Circuits de commande et fonctions de commande.....	169
9.1	Circuits de commande.....	169
9.2	Fonctions de commande.....	170
9.3	Verrouillages de protection.....	175
9.4	Fonctions de commande en cas de défaillance.....	176
10	Interface opérateur et appareils de commande montés sur la machine.....	180
10.1	Généralités.....	180
10.2	Boutons-poussoirs.....	181
10.3	Voyants lumineux de signalisation et dispositifs d'affichage.....	183
10.4	Boutons-poussoirs lumineux.....	184
10.5	Appareils de commande rotatifs.....	184
10.6	Appareils de mise en marche.....	184
10.7	Appareils d'arrêt d'urgence.....	184
10.8	Appareils de coupure d'urgence.....	185
10.9	Dispositif de commande de validation.....	186
11	Appareillage de commande: emplacement, montage et enveloppes.....	186
11.1	Exigences générales.....	186
11.2	Emplacement et montage.....	186
11.3	Degrés de protection.....	188
11.4	Enveloppes, portes et ouvertures.....	188
11.5	Accès à l'appareillage de commande.....	189
12	Conducteurs et câbles.....	190
12.1	Exigences générales.....	190
12.2	Conducteurs.....	190
12.3	Isolant.....	191
12.4	Courant admissible en fonctionnement normal.....	191
12.5	Chute de tension dans les câbles et conducteurs.....	192
12.6	Câbles souples.....	193
12.7	Câbles conducteurs, barres conductrices et assemblages glissants.....	194
13	Pratiques du câblage.....	196
13.1	Raccordement et cheminement.....	196
13.2	Identification des conducteurs.....	197
13.3	Câblage à l'intérieur des enveloppes.....	199
13.4	Câblage à l'extérieur des enveloppes.....	199
13.5	Canalisations, boîtes de raccordements et autres boîtiers.....	202
14	Moteurs électriques et équipements associés.....	204
14.1	Exigences générales.....	204
14.2	Enveloppes des moteurs.....	205
14.3	Dimensions des moteurs.....	205
14.4	Montage des moteurs et compartiments moteurs.....	205
14.5	Critère de choix des moteurs.....	205
14.6	Dispositifs de protection pour les freins mécaniques.....	206
15	Matériels accessoires et éclairage.....	206
15.1	Matériels accessoires.....	206
15.2	Eclairage local de la machine et de l'équipement.....	206

16	Marquages, signaux d'avertissement et désignations de référence	207
16.1	Généralités	207
16.2	Signaux d'avertissement	208
16.3	Identification fonctionnelle	208
16.4	Marquage de l'équipement	208
16.5	Désignations de référence	209
17	Documentation technique.....	209
17.1	Généralités.....	209
17.2	Informations à fournir.....	209
17.3	Exigences applicables à toute documentation	210
17.4	Documents d'installation	210
17.5	Schémas d'ensemble et schémas fonctionnels.....	211
17.6	Schémas des circuits.....	211
17.7	Manuel de fonctionnement.....	212
17.8	Manuel de maintenance	212
17.9	Nomenclature des pièces détachées	212
18	Vérification	212
18.1	Généralités.....	212
18.2	Vérification des conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation	213
18.3	Essais de résistance d'isolement	216
18.4	Essais de tension	217
18.5	Protection contre les tensions résiduelles.....	217
18.6	Essais de fonctionnement.....	217
18.7	Nouveaux essais	217
	Annexe A (normative) Protection contre les contacts indirects dans les schémas TN	218
	Annexe B (informative) Questionnaire concernant l'équipement électrique des machines	222
	Annexe C (informative) Exemples de machines couvertes par la présente partie de la CEI 60204.....	226
	Annexe D (informative) Courant admissible et protection contre les surintensités des conducteurs et câbles dans les équipements électriques des machines	228
	Annexe E (informative) Explication sur les fonctions de manœuvre d'urgence	234
	Annexe F (informative) Guide pour l'utilisation de la présente partie de la CEI 60204	235
	Annexe G (informative) Comparaison des sections usuelles de conducteurs	237
	Bibliographie	239
	Index	241
	Figure 1 – Schéma d'ensemble d'une machine type.....	132
	Figure 2 – Exemple de liaisons équipotentielles pour l'équipement électrique d'une machine.....	165
	Figure 3 – Méthode a)	179
	Figure 4 – Méthode b)	179
	Figure A.1 – Disposition usuelle pour la mesure de l'impédance de boucle de défaut	221
	Figure D.1 – Méthodes d'installation des conducteurs et câbles indépendamment du nombre de conducteurs/câbles.....	229
	Figure D.2 – Paramètres des conducteurs et dispositifs de protection.....	231

Tableau 1 – Section minimale du conducteur de protection externe en cuivre	149
Tableau 2 – Code de couleurs pour organes de commande à bouton-poussoir et leur signification.....	182
Tableau 3 – Symboles pour boutons-poussoirs.....	182
Tableau 4 – Couleurs des voyants lumineux de signalisation et leur signification suivant la condition de la machine	183
Tableau 5 – Sections minimales des conducteurs en cuivre.....	190
Tableau 6 – Exemples de courants admissibles (I_Z) pour conducteurs ou câbles en cuivre isolés au PVC, en régime permanent, pour une température ambiante de +40 °C, pour différentes méthodes d'installation.....	192
Tableau 7 – Facteurs de réduction pour des câbles enroulés sur tambours.....	194
Tableau 8 – Rayon minimal de courbure permis pour le guidage forcé de câbles souples....	201
Tableau 9 – Application des méthodes d'essai aux schémas TN.....	215
Tableau 10 – Longueurs de câbles maximales autorisées entre chaque appareil de protection et sa charge.....	216
Tableau A.1 – Temps de coupure maximal en schéma TN.....	218
Tableau D.1 – Facteurs de réduction.....	228
Tableau D.2 – Facteurs de réduction de I_Z pour groupage.....	230
Tableau D.3 – Facteurs de réduction de I_Z pour les câbles multiconducteurs jusqu'à 10 mm ²	230
Tableau D.4 – Classification des conducteurs.....	231
Tableau D.5 – Températures maximales admissibles du conducteur en conditions normales et conditions de court-circuit	232
Tableau F.1 – Options d'utilisation.....	236
Tableau G.1 – Comparaison des dimensions de conducteurs	237

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES MACHINES –

Partie 1: Règles générales

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 60204-1 a été établie par le comité d'études 44: Sécurité des machines – Aspects électrotechniques.

Cette édition constitue une révision technique. Elle reprend des éléments de la quatrième édition modifiée afin de fournir les exigences générales pour les machines, y compris les machines mobiles et les installations de machines complexes (par exemple les machines importantes).

Cette version consolidée de la CEI 60204-1 comprend la cinquième édition (2005) [documents 44/494/FDIS et 44/502/RVD] et son amendement 1 (2008) [documents 44/575/CDV et 44/580/RVC].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 5.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Dans certains pays, les différences suivantes existent:

- 4.3.1: Les caractéristiques de tensions fournies par le réseau de distribution public sont données dans l'EN 50160:1999.
- 5.1: Exception non permise (USA).
- 5.1: Les schémas TN-C ne sont pas admis dans les installations à basse tension dans les bâtiments (Norvège).
- 5.2: Les bornes pour le raccordement des conducteurs de mise à la terre pour des raisons de protection peuvent être identifiées par la couleur verte, les lettres "G" ou "GR", "GRD" ou "GND", ou les mots "ground" ou "grounding" ou le symbole graphique CEI 60417-5019 (DB: 2002-10) ou toute combinaison (USA).
- 6.3.3 b), 13.4.5 b), 18.2.1: Les schémas TT de puissance ne sont pas autorisés (USA).
- 7.2.3: La coupure du conducteur neutre est obligatoire en schéma TN-S (France et Norvège).
- 7.2.3: Troisième alinéa: la distribution d'un conducteur neutre dans un schéma IT n'est pas autorisée (USA et Norvège).
- 9.1.2: La tension nominale maximale d'un circuit de commande en alternatif est de 120 V (USA).
- 12.2: Seuls les conducteurs à âme câblée sont admis sur les machines, mais les conducteurs massifs de section 0,2 mm² sont autorisés dans les enveloppes (USA).
- 12.2: Le conducteur de circuit de puissance le plus faible autorisé sur les machines est de 0,82 mm² (AWG 18) pour des conducteurs multifilaires ou dans les enveloppes (USA).
- Tableau 5: La section est spécifiée dans l'ANSI/NFPA 79 en dimensions américaines (AWG) (USA). Voir Annexe G.
- 13.2.2: Pour le conducteur de protection, la couleur VERTE (avec ou sans bandes JAUNES) est utilisée comme équivalent à la combinaison bicolore VERT-et-JAUNE (USA et Canada).
- 13.2.3: La couleur BLANCHE ou GRISE est utilisée pour repérer les conducteurs neutre mis à la terre au lieu du BLEU (USA et Canada).
- 15.2.2: Premier alinéa: Valeur maximale entre conducteurs 150 V (USA).
- 15.2.2: Deuxième alinéa, 5ème tiret: la caractéristique de courant en pleine charge des circuits d'éclairage ne dépasse pas 15 A (USA).
- 16.4: Exigences de marquage de plaque signalétique (USA).

La CEI 60204 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines*:

- Partie 1: Règles générales
- Partie 11: Prescriptions pour les équipements HT fonctionnant à des tensions supérieures à 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c. et ne dépassant pas 36 kV
- Partie 31: Règles particulières de sécurité et de CEM pour machines à coudre, unités et systèmes de couture
- Partie 32: Prescriptions pour les appareils de levage
- Part 33: Particular requirements for semiconductor manufacturing equipment¹

¹ A l'étude.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60204 fournit les exigences et recommandations relatives à l'équipement électrique des machines en vue d'améliorer:

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

Des informations complémentaires sur l'utilisation de la présente partie de la CEI 60204 sont données dans l'Annexe F.

La Figure 1 est fournie en tant qu'aide pour la compréhension des relations entre les différents éléments d'une machine et ses équipements associés. La Figure 1 est un schéma d'ensemble d'une machine type et de ses équipements associés montrant les divers éléments de l'équipement électrique explicités dans la présente partie de la CEI 60204. Les chiffres entre parenthèses () renvoient aux Articles et Paragraphes du présent document. Il est entendu dans la Figure 1 que la totalité des éléments pris ensemble y compris les moyens de protection, outillages/auxiliaires, logiciels et la documentation constituent la machine et que celle-ci ou plusieurs machines fonctionnant ensemble avec habituellement au moins un niveau de supervision constituent une cellule ou un système de production.

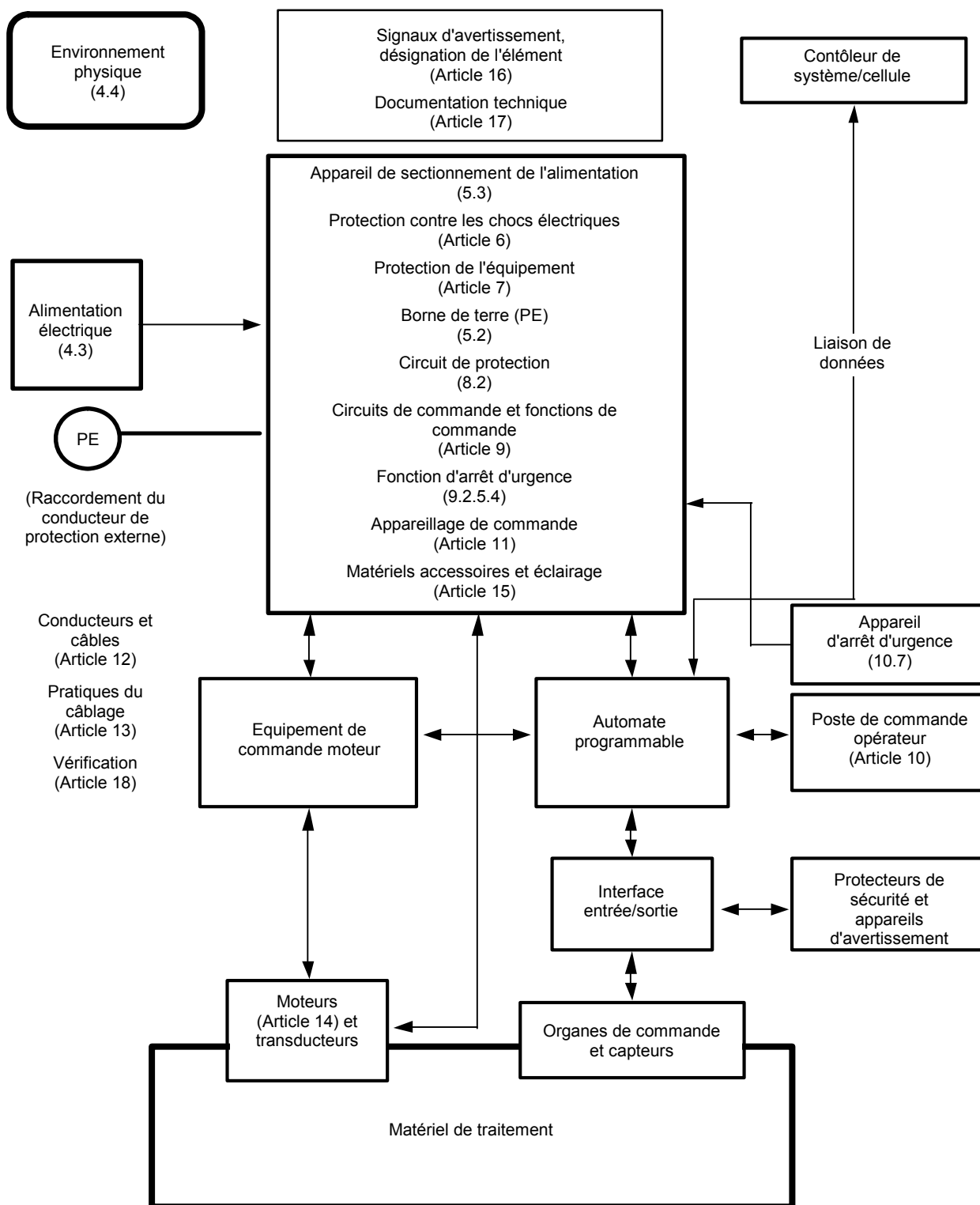


Figure 1 – Schéma d'ensemble d'une machine type

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES MACHINES –

Partie 1: Règles générales

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60204 s'applique aux équipements et systèmes électriques, électroniques et électroniques programmables des machines non portables à la main en fonctionnement y compris un groupe de machines fonctionnant ensemble d'une manière coordonnée.

NOTE 1 La présente partie de la CEI 60204 est une norme d'application et n'est pas destinée à limiter ou inhiber les progrès technologiques.

NOTE 2 Dans le texte de la présente partie de la CEI 60204, le terme *électrique* signifie électrique, électronique et électronique programmable (c'est-à-dire qu'un *équipement électrique* signifie un équipement électrique, électronique et électronique programmable).

NOTE 3 Dans le cadre de la présente partie de la CEI 60204, le terme *personne* s'applique à n'importe quel individu et indique les personnes désignées et averties par l'utilisateur ou son ou ses agent(s) pour l'utilisation ou la maintenance de la machine concernée.

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

NOTE 4 Les exigences concernant l'installation de l'alimentation électrique dans les bâtiments sont données dans la série CEI 60364.

La présente partie de la CEI 60204 est applicable à l'équipement électrique ou aux parties de l'équipement électrique qui fonctionnent sous une tension d'alimentation nominale n'excédant pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu et pour des fréquences nominales d'alimentation n'excédant pas 200 Hz.

NOTE 5 Pour des tensions supérieures, voir la CEI 60204-11.

Cette partie de la CEI 60204 ne couvre pas toutes les exigences (par exemple la protection, le verrouillage ou la commande) qui sont nécessaires ou prescrites par d'autres normes ou réglementations destinées à protéger les personnes de risques autres que les risques électriques. Chaque type de machine a des exigences propres qu'il faut prendre en compte pour fournir la sécurité appropriée.

Cette partie inclut spécifiquement, mais n'est pas limitée à, l'équipement électrique des machines telles que définies en 3.35.

NOTE 6 L'Annexe C donne une liste d'exemples de machines dont l'équipement électrique peut être couvert par la présente partie de la CEI 60204.

Cette partie de la CEI 60204 ne spécifie pas les exigences complémentaires et particulières pouvant s'appliquer à l'équipement électrique des machines qui, par exemple:

- sont destinées à être utilisées à l'air libre (c'est-à-dire à l'extérieur de bâtiments ou d'autres structures de protection);
- utilisent, préparent ou produisent des matériaux potentiellement explosifs (par exemple de la peinture ou de la sciure);
- sont destinées à être utilisées dans des ambiances potentiellement inflammables et/ou explosives;
- présentent des risques particuliers lors de la fabrication ou de l'utilisation de certains matériaux;
- sont destinées à être utilisées dans les mines;

- sont des machines, unités ou systèmes de couture (couverts par la CEI 60204-31);
- sont des appareils de levage (couverts par la CEI 60204-32).

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

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application de la présente partie de la CEI 60204. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale des machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

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

CEI 60072-1, *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes – Partie 1: Désignation des carcasses entre 56 et 400 et des brides entre 55 et 1 080*

CEI 60072-2, *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes – Partie 2: Désignation des carcasses entre 355 et 1 000 et des brides entre 1 180 et 2 360*

CEI 60073:2002, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de codage pour les indicateurs et les organes de commande*

CEI 60309-1:1999, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 1: Règles générales*

CEI 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-4-43:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4-43: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les surintensités*

CEI 60364-5-52:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-52: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Canalisations*

CEI 60364-5-53:2002, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Sectionnement, coupure et commande*

CEI 60364-5-54:2002, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Mises à la terre, conducteurs de protection et conducteurs d'équipotentialité de protection*

CEI 60364-6-61:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 6-61: Vérification – Vérification à la mise en service*

CEI 60417-DB:2002², *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60439-1:1999, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*

² "DB" se réfère à la base de données "on-line" de la CEI.

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

CEI 60446:1999, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des conducteurs par des couleurs ou par des repères numériques*

CEI 60447:2004, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de manoeuvre*

CEI 60529:1999, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
Amendement 1 (2001)

CEI 60617-DB:2004³, *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 60261-3:1979, *Installations électriques pour chantiers extérieurs soumis à des conditions sévères (y compris mines à ciel ouvert et carrières) – Troisième partie: Prescriptions générales relatives au matériel électrique*

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

CEI 60947-1:2004, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60947-2:2003, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

CEI 60947-3:1999, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

CEI 60947-5-1:2003, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

CEI 60947-7-1:2002, *Appareillage à basse tension – Partie 7-1: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre*

CEI 61082-1:1991, *Etablissement des documents utilisés en électrotechnique – Partie 1: Règles 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 61140:2001, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61310 (toutes les parties), *Sécurité des machines – Indication, marquage et manoeuvre*

CEI 61346 (toutes les parties), *Systèmes industriels, installations et appareils, et produits industriels – Principes de structuration et désignations de référence*

CEI 61557-3:1997, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1000 V c.a. et 1500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 3: Impédance de boucle*

³ "DB" se réfère à la base de données "on-line" de la CEI.

CEI 61558-1:1997, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 1: Règles générales et essais*
Amendement 1 (1998)

CEI 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 2-6: Règles particulières pour les transformateurs de sécurité pour usage général*

CEI 61984:2001, *Connecteurs – Exigences de sécurité et essais*

CEI 62023:2000, *Structuration des informations et de la documentation techniques*

CEI 62027:2000, *Etablissement des nomenclatures de composants*

CEI 62061:2005, *Sécurité des machines – Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité*

CEI 62079:2001, *Etablissement des instructions – Structure, contenu et présentation*

ISO 7000:2004, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

ISO 12100-1:2003, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 1: Terminologie de base, méthodologie*

ISO 12100-2:2003, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 2: Principes techniques*

ISO 13849-1:2006, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatifs à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*

ISO 13849-2:2003, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatifs à la sécurité – Partie 2: Validation*

ISO 13850:2006, *Sécurité des machines – Arrêt d'urgence – Principes de conception*