

This is a preview - click here to buy the full publication



IEC 60204-1

Edition 6.0 2016-10

REDLINE VERSION



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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 13.110; 29.020

ISBN 978-2-8322-3696-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

CONTENTS

FOREWORD.....	10
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	15
2 Normative references	16
3 Terms, definitions and abbreviated terms	19
3.1 Terms and definitions.....	19
3.2 Abbreviated terms.....	28
4 General requirements	28
4.1 General.....	28
4.2 Selection of equipment	29
4.2.1 General	29
4.2.2 Electrical equipment in compliance with the IEC 60439 series Switchgear	30
4.3 Electrical supply.....	30
4.3.1 General	30
4.3.2 AC supplies	30
4.3.3 DC supplies	30
4.3.4 Special supply systems	31
4.4 Physical environment and operating conditions.....	31
4.4.1 General	31
4.4.2 Electromagnetic compatibility (EMC)	31
4.4.3 Ambient air temperature	32
4.4.4 Humidity	32
4.4.5 Altitude	32
4.4.6 Contaminants	33
4.4.7 Ionizing and non-ionizing radiation	33
4.4.8 Vibration, shock, and bump	33
4.5 Transportation and storage	33
4.6 Provisions for handling	33
4.7 Installation	
5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off	33
5.1 Incoming supply conductor terminations.....	33
5.2 Terminal for connection to of the external protective earthing system conductor.....	34
5.3 Supply disconnecting (isolating) device.....	34
5.3.1 General	34
5.3.2 Type	35
5.3.3 Requirements	35
5.3.4 Operating means of the supply disconnecting device	36
5.3.5 Excepted circuits	37
5.4 Devices for switching off removal of power for prevention of unexpected start-up	37
5.5 Devices for disconnecting isolating electrical equipment	38
5.6 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection	39
6 Protection against electric shock	39

6.1	General.....	39
6.2	Basic protection against direct contact	39
6.2.1	General	39
6.2.2	Protection by enclosures	40
6.2.3	Protection by insulation of live parts	41
6.2.4	Protection against residual voltages	41
6.2.5	Protection by barriers	41
6.2.6	Protection by placing out of reach or protection by obstacles	41
6.3	Fault protection against direct contact	42
6.3.1	General	42
6.3.2	Prevention of the occurrence of a touch voltage	42
6.3.3	Protection by automatic disconnection of supply	42
6.4	Protection by the use of PELV	43
6.4.1	General requirements	43
6.4.2	Sources for PELV	44
7	Protection of equipment.....	44
7.1	General.....	44
7.2	Overcurrent protection	45
7.2.1	General	45
7.2.2	Supply conductors	45
7.2.3	Power circuits	45
7.2.4	Control circuits	45
7.2.5	Socket outlets and their associated conductors	46
7.2.6	Lighting circuits	46
7.2.7	Transformers	46
7.2.8	Location of overcurrent protective devices	46
7.2.9	Overcurrent protective devices	46
7.2.10	Rating and setting of overcurrent protective devices	47
7.3	Protection of motors against overheating	47
7.3.1	General	47
7.3.2	Overload protection	47
7.3.3	Over-temperature protection	48
	7.3.4 Current limiting protection	
7.4	Protection against abnormal temperature protection	48
7.5	Protection against the effects of supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration	48
7.6	Motor overspeed protection.....	49
7.7	Additional earth fault/residual current protection	49
7.8	Phase sequence protection.....	49
7.9	Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges	49
7.10	Short-circuit current rating	50
8	Equipotential bonding	50
8.1	General.....	50
8.2	Protective bonding circuit.....	53
8.2.1	General	53
8.2.2	Protective conductors	54
8.2.3	Continuity of the protective bonding circuit	55
	8.2.4 Exclusion of switching devices from the protective bonding circuit	
8.2.4	Protective conductor connecting points.....	56

8.2.5	Parts that need not to be connected to the protective bonding circuit	
8.2.5	Mobile machines.....	56
8.2.6	Additional protective bonding requirements for electrical equipment having earth leakage currents higher than 10 mA a.c. or d.c.	56
8.3	Measures to limit restrict the effects of high leakage current	57
8.4	Functional bonding	57
9	Control circuits and control functions	58
9.1	Control circuits.....	58
9.1.1	Control circuit supply	58
9.1.2	Control circuit voltages	58
9.1.3	Protection.....	58
9.2	Control functions.....	58
9.2.1	Start functions General	58
9.2.2	Categories of stop functions	59
9.2.3	Operation	59
9.2.4	Cableless control system (CCS)	63
9.2.6	Other control functions	
9.3	Protective interlocks	66
9.3.1	Reclosing or resetting of an interlocking safeguard.....	66
9.3.2	Exceeding operating limits.....	66
9.3.3	Operation of auxiliary functions	66
9.3.4	Interlocks between different operations and for contrary motions	66
9.3.5	Reverse current braking	66
9.3.6	Suspension of safety functions and/or protective measures	66
9.4	Control functions in the event of failure	67
9.4.1	General requirements	67
9.4.2	Measures to minimize risk in the event of failure.....	68
9.4.3	Protection against maloperation due to earth faults, voltage interruptions and loss of circuit continuity malfunction of control circuits	70
10	Operator interface and machine-mounted control devices	77
10.1	General.....	77
10.1.1	General device requirements	77
10.1.2	Location and mounting	77
10.1.3	Protection.....	77
10.1.4	Position sensors	77
10.1.5	Portable and pendant control stations.....	78
10.2	Push-buttons Actuators	78
10.2.1	Colours.....	78
10.2.2	Markings.....	79
10.3	Indicator lights and displays	80
10.3.1	General	80
10.3.2	Colours.....	81
10.3.3	Flashing lights and displays	81
10.4	Illuminated push-buttons	81
10.5	Rotary control devices	82
10.6	Start devices.....	82
10.7	Emergency stop devices	82
10.7.1	Location of emergency stop devices	82
10.7.2	Types of emergency stop device.....	82

10.7.3	Colour of actuators	
10.7.3	Local Operation of the supply disconnecting device to effect emergency stop	82
10.8	Emergency switching off devices	83
10.8.1	Location of emergency switching off devices	83
10.8.2	Types of emergency switching off device	83
10.8.3	Colour of actuators	
10.8.3	Local operation of the supply disconnecting device to effect emergency switching off	83
10.9	Enabling control device	83
11	Controlgear: location, mounting, and enclosures	84
11.1	General requirements	84
11.2	Location and mounting	84
11.2.1	Accessibility and maintenance	84
11.2.2	Physical separation or grouping	84
11.2.3	Heating effects	85
11.3	Degrees of protection	85
11.4	Enclosures, doors and openings	86
11.5	Access to controlgear electrical equipment	87
12	Conductors and cables	87
12.1	General requirements	87
12.2	Conductors	87
12.3	Insulation	88
12.4	Current-carrying capacity in normal service	89
12.5	Conductor and cable voltage drop	90
12.6	Flexible cables	91
12.6.1	General	91
12.6.2	Mechanical rating	91
12.6.3	Current-carrying capacity of cables wound on drums	91
12.7	Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies	92
12.7.1	Basic protection against direct contact	92
12.7.2	Protective conductors circuit	92
12.7.3	Protective conductor current collectors	93
12.7.4	Removable current collectors with a disconnecter function	93
12.7.5	Clearances in air	93
12.7.6	Creepage distances	93
12.7.7	Conductor system sectioning	93
12.7.8	Construction and installation of conductor wire, conductor bar systems and slip-ring assemblies	93
13	Wiring practices	94
13.1	Connections and routing	94
13.1.1	General requirements	94
13.1.2	Conductor and cable runs	95
13.1.3	Conductors of different circuits	95
13.1.4	AC circuits – Electromagnetic effects (prevention of eddy currents)	95
13.1.5	Connection between pick-up and pick-up converter of an inductive power supply system	95
13.2	Identification of conductors	96
13.2.1	General requirements	96

13.2.2	Identification of the protective conductor / protective bonding conductor	96
13.2.3	Identification of the neutral conductor	97
13.2.4	Identification by colour.....	97
13.3	Wiring inside enclosures	98
13.4	Wiring outside enclosures	98
13.4.1	General requirements	98
13.4.2	External ducts	98
13.4.3	Connection to moving elements of the machine	98
13.4.4	Interconnection of devices on the machine	100
13.4.5	Plug/socket combinations	100
13.4.6	Dismantling for shipment	101
13.4.7	Additional conductors	101
13.5	Ducts, connection boxes and other boxes	101
13.5.1	General requirements	101
13.5.2	Percentage of fill of ducts	102
13.5.2	Rigid metal conduit and fittings	102
13.5.3	Flexible metal conduit and fittings.....	102
13.5.4	Flexible non-metallic conduit and fittings	102
13.5.5	Cable trunking systems	102
13.5.6	Machine compartments and cable trunking systems.....	103
13.5.7	Connection boxes and other boxes	103
13.5.8	Motor connection boxes.....	103
14	Electric motors and associated equipment.....	103
14.1	General requirements	103
14.2	Motor enclosures	103
14.3	Motor dimensions.....	103
14.4	Motor mounting and compartments	104
14.5	Criteria for motor selection.....	104
14.6	Protective devices for mechanical brakes	104
15	Accessories Socket-outlets and lighting.....	105
15.1	Socket-outlets for accessories	105
15.2	Local lighting of the machine and of the equipment	105
15.2.1	General	105
15.2.2	Supply	105
15.2.3	Protection.....	106
15.2.4	Fittings	106
16	Marking, warning signs and reference designations	106
16.1	General.....	106
16.2	Warning signs	106
16.2.1	Electric shock hazard	106
16.2.2	Hot surfaces hazard	107
16.3	Functional identification	107
16.4	Marking of enclosures of electrical equipment.....	108
16.5	Reference designations	108
17	Technical documentation	108
17.1	General.....	108
17.2	Information to be provided related to the electrical equipment	109
17.3	Requirements applicable to all documentation	109

17.4	Installation documents	112
17.5	Overview diagrams and function diagrams	112
17.6	Circuit diagrams	112
17.7	Operating manual	112
17.8	Maintenance manual	112
17.9	Parts list	112
18	Verification	112
18.1	General	112
18.2	Verification of conditions for protection by automatic disconnection of supply	113
18.2.1	General	113
18.2.2	Test methods in TN-systems	114
18.2.2	Test 1 – Verification of the continuity of the protective bonding circuit	114
18.2.3	Test 2 – Fault loop impedance verification and suitability of the associated overcurrent protective device	114
18.2.4	Application of the test methods for TN-systems	114
18.3	Insulation resistance tests	117
18.4	Voltage tests	118
18.5	Protection against residual voltages	118
18.6	Functional tests	118
18.7	Retesting	118
Annex A (normative)	Protection against indirect contact in TN-systems Fault protection by automatic disconnection of supply	119
A.1	Fault protection for machines supplied from TN-systems	119
A.1.1	General	119
A.1.2	Conditions for protection by automatic disconnection of the supply by overcurrent protective devices	120
A.1.3	Condition for protection by reducing the touch voltage below 50 V	121
A.1.4	Verification of conditions for protection by automatic disconnection of the supply	121
A.2	Fault protection for machines supplied from TT-systems	124
A.2.1	Connection to earth	124
A.2.2	Fault protection for TT systems	124
A.2.3	Verification of protection by automatic disconnection of supply using a residual current protective device	126
A.2.4	Measurement of the fault loop impedance (Z_S)	126
Annex B (informative)	Enquiry form for the electrical equipment of machines	128
Annex C (informative)	Examples of machines covered by this part of IEC 60204	132
Annex D (informative)	Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines	134
D.1	General	134
D.2	General operating conditions	134
D.2.1	Ambient air temperature	134
D.2.2	Methods of installation	134
D.2.3	Grouping	136
D.2.4	Classification of conductors	137
D.3	Co-ordination between conductors and protective devices providing overload protection	137
D.4	Overcurrent protection of conductors	138
D.5	Effect of harmonic currents on balanced three-phase systems	139
Annex E (informative)	Explanation of emergency operation functions	140

Annex F (informative) Guide for the use of this part of IEC 60204	141
F.1 General	141
Annex G (informative) Comparison of typical conductor cross-sectional areas	143
Annex H (informative) Measures to reduce the effects of electromagnetic influences	145
H.1 Definitions	145
H.1.1 apparatus	145
H.1.2 fixed installation	145
H.2 General.....	145
H.3 Mitigation of electromagnetic interference (EMI)	145
H.3.1 General	145
H.3.2 Measures to reduce EMI.....	146
H.4 Separation and segregation of cables	146
H.5 Power supply of a machine by parallel sources	150
H.6 Supply impedance where a Power Drive System (PDS) is used	150
Annex I (informative) Documentation / Information	151
Bibliography.....	153
Index	153
Figure 1 – Block diagram of a typical machine	14
Figure 2 – Disconnecter isolator	36
Figure 3 – Method a)	37
Figure 3 – Disconnecting circuit breaker	37
Figure 4 – Method b)	52
Figure 4 – Example of equipotential bonding for electrical equipment of a machine	52
Figure 5 – Symbol IEC 60417-5019: Protective earth	56
Figure 6 – Symbol IEC 60417-5020: Frame or chassis.....	57
Figure 7 – Method a) Earthed control circuit fed by a transformer	71
Figure 8 – Method b1) Non-earthed control circuit fed by transformer	72
Figure 9 – Method b2) Non-earthed control circuit fed by transformer	72
Figure 10 – Method b3) Non-earthed control circuit fed by transformer	73
Figure 11 – Method c) Control circuits fed by transformer with an earthed centre-tap winding	74
Figure 12 – Method d1a) Control circuit without transformer connected between a phase and the neutral of an earthed supply system.....	75
Figure 13 – Method d1b) Control circuit without transformer connected between two phases of an earthed supply system	75
Figure 14 – Method d2a) Control circuit without transformer connected between phase and neutral of a non-earthed supply system	76
Figure 15 – Method d2b) control circuit without transformer connected between two phases of a non-earthed supply system	76
Figure 16 – Symbol IEC 60417-5019.....	96
Figure 17 – Symbol IEC 60417-5021.....	97
Figure 18 – Symbol ISO 7010-W012	107
Figure 19 – Symbol ISO 7010-W017	107
Figure A.1 – Typical arrangement for fault loop impedance measurement.....	107

Figure A.1 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement in TN systems	122
Figure A.2 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement for power drive system circuits in TN systems	123
Figure A.3 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement in TT systems	127
Figure A.4 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement for power drive system circuits in TT systems	127
Figure D.1 – Methods of conductor and cable installation independent of number of conductors/cables	135
Figure D.2 – Parameters of conductors and protective devices	137
Figure H.1 – By-pass conductor for screen reinforcement	146
Figure H.2 – Examples of vertical separation and segregation	148
Figure H.3 – Examples of horizontal separation and segregation	148
Figure H.4 – Cable arrangements in metal cable trays	149
Figure H.5 – Connections between metal cable trays or cable trunking systems	149
Figure H.6 – Interruption of metal cable trays at fire barriers	150
Table 1 – Minimum cross-sectional area of the external copper protective conductors	34
Table 2 – Colour coding for push-button actuators and their meanings	80
Table 2 – Symbols for push-buttons actuators (Power)	80
Table 3 – Symbols for actuators (Machine operation)	80
Table 4 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the machine	81
Table 5 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors	88
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	90
Table 7 – Derating factors for cables wound on drums	92
Table 8 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables	99
Table 9 – Application of the test methods for TN-systems	115
Table 10 – Examples of maximum cable lengths from each protective devices to its their loads for TN-systems	117
Table A.1 – Maximum disconnecting times for TN systems	120
Table A.2 – Maximum disconnecting time for TT-systems	126
Table D.1 – Correction factors	134
Table D.2 – Derating factors from for I_Z for grouping	136
Table D.3 – Derating factors from for I_Z for multicore cables up to 10 mm ²	136
Table D.4 – Classification of conductors	137
Table D.5 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions	138
Table F.1 – Application options	142
Table G.1 – Comparison of conductor sizes	143
Table H.1 – Minimum separation distances using metallic containment as illustrated in Figure H.2	147
Table I.1 – Documentation / Information that can be applicable	151

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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.

DISCLAIMER

This Redline version is not an official IEC Standard and is intended only to provide the user with an indication of what changes have been made to the previous version. Only the current version of the standard is to be considered the official document.

This Redline version provides you with a quick and easy way to compare all the changes between this standard and its previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

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

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2005. It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) added requirements to address applications involving power drive systems (PDS);
- b) revised electromagnetic compatibility (EMC) requirements;
- c) clarified overcurrent protection requirements;
- d) requirements for determination of the short circuit current rating of the electrical equipment;
- e) revised protective bonding requirements and terminology;
- f) reorganization and revision to Clause 9, including requirements pertaining to safe torque off of PDS, emergency stop, and control circuit protection;
- g) revised symbols for actuators of control devices;
- h) revised technical documentation requirements;
- i) general updating to current special national conditions, normative standards, and bibliographical references.

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

FDIS	Report on voting
44/765/FDIS	44/771/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60204 series, published under the general title *Safety of machinery – Electrical equipment of machines*, can be found on the IEC website.

The following differing practices of a less permanent nature exist in the countries indicated below.

- 4.3.1: The voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems in Europe are given in EN 50160:2010.
- 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 60417-5019:2006-08 or any combination (USA).
- 6.3.3 b), 13.4.5 b), 18.2.1: TT power systems are not allowed (USA).
- 6.3.3, 18.2, Annex A: TN systems are not used. TT systems are the national standard (Japan).
- 6.3.3 b): The use of residual current protective devices with a rated residual operating current not exceeding 1 A is mandatory in TT systems as a means for fault protection by automatic disconnection of supply (Italy).

- 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).
- 7.10: For evaluation of short circuit ratings the requirements of UL 508A Supplement SB, may be used (USA).
- 8.2.2: See IEC 60364-5-54:2011, Annex E List of notes concerning certain countries.
- 9.1.2: Maximum nominal AC 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 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: Second paragraph, 5th bullet: The full load current rating of lighting circuits does not exceed 15 A (USA).
- 16.4: Nameplate marking requirements (USA).
- A.2.2.2: The permissible maximum value of R_A is regulated (e.g. when $U_o \geq 300V$, R_A shall be less than 10 Ω , when $U_o < 300 V$, R_A shall be less than 100 Ω , U_o is the nominal AC line to earth voltage in volts (V) (Japan).
- A.2.2.2: The maximum permissible value of R_A is 83 Ω (Netherlands).

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

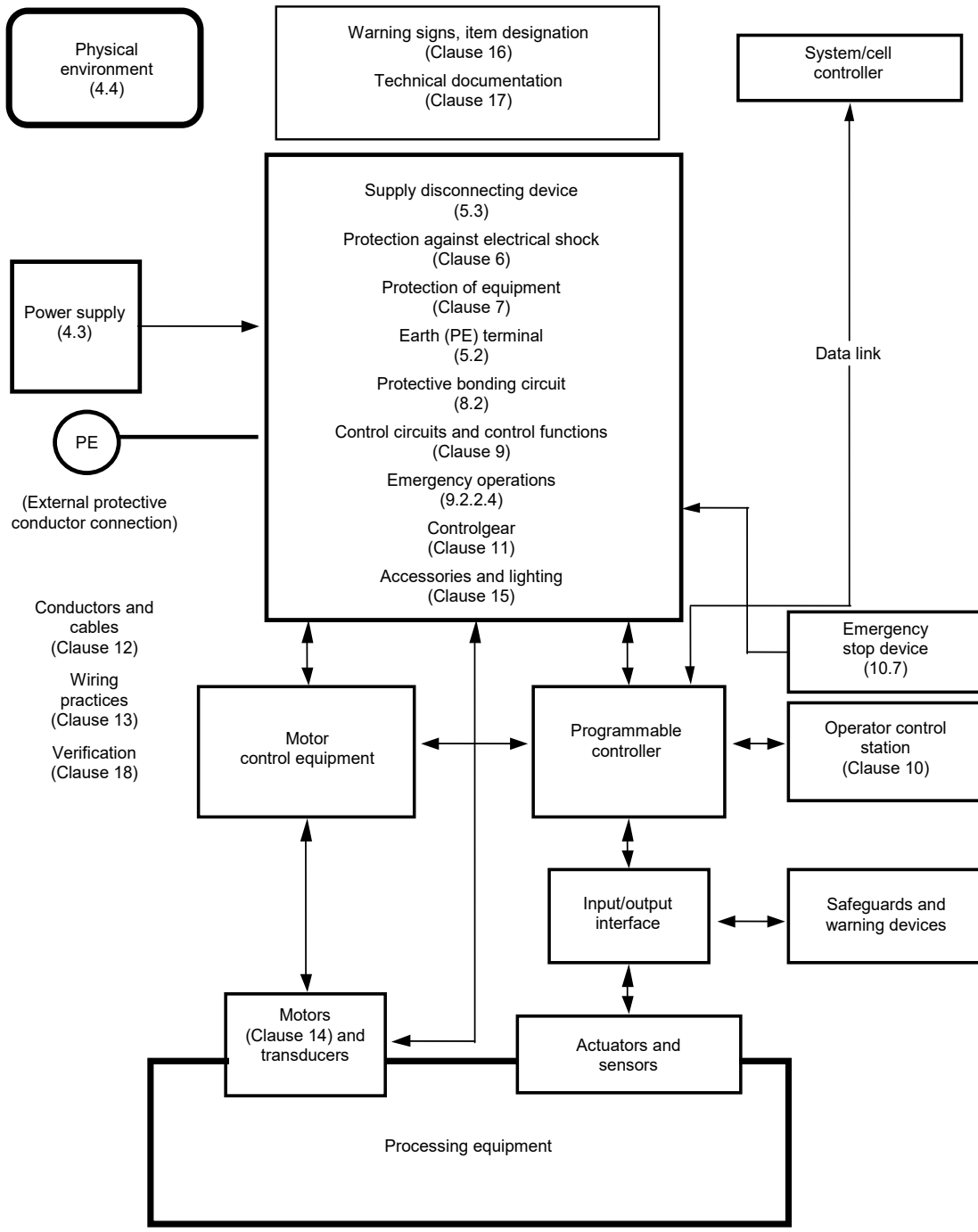
INTRODUCTION

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 **operation and** 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.



IEC

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 (AC) and not exceeding 1 500 V for direct current (DC), and with nominal supply frequencies not exceeding 200 Hz.

NOTE 5 ~~For higher voltages, see~~ Information on electrical equipment or parts of the electrical equipment that operate with higher nominal supply voltages can be found in 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 of IEC 60204 specifically includes, but is not limited to, the electrical equipment of machines as defined in 3.1.40.

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);
- are semiconductor fabrication equipment (which are covered by IEC 60204-33).

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 documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. 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 (all parts), *Dimensions and output series for rotating electrical machines*

~~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 60364-1, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-4-41:~~2001~~ 2005, *Low-voltage electrical installations ~~of buildings~~ – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-43:~~2001~~ 2008, *Low-voltage electrical installations ~~of buildings~~ – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-5-52:~~2001~~ 2009, *Low-voltage Electrical installations ~~of buildings~~ – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60364-5-53:~~2002~~ 2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60364-5-53:2001/AMD1:2002

IEC 60364-5-54:~~2002~~ 2011, *Low-voltage Electrical installations ~~of buildings~~ – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors ~~and protective bonding conductors~~*

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

IEC 60417-~~DB:2002~~¹, *Graphical symbols for use on equipment*.
Available from: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>

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

IEC 60445:~~1999~~ 2010, *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, conductor terminations and conductors*

~~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:2001~~², *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 coordination 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 60947-5-1:2003/AMD1:2009

IEC 60947-5-5, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-5: Control circuit devices and switching elements – Electrical emergency stop device with mechanical latching function*

IEC 60947-6-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices(or equipment) (CPS)*

~~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~~

¹“DB” refers to the IEC on-line database.

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

~~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~~

IEC 61439-1, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules

~~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 2005, Safety of power transformers, power ~~supply units~~ supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests
Amendment 1 (1998)

IEC 61558-1:2005/AMD1:2009

IEC 61558-2-6, Safety of ~~power~~ transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers ~~for general use~~ and power supply units incorporating safety isolating transformers

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 7010:2011, Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs

~~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:~~1999~~, *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:~~1996~~ 2006, *Safety of machinery – Emergency stop **function** – Principles for design*

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Sécurité des machines – Équipement électrique des machines –
Partie 1: Exigences générales**



CONTENTS

FOREWORD.....	10
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	15
2 Normative references.....	16
3 Terms, definitions and abbreviated terms	17
3.1 Terms and definitions	17
3.2 Abbreviated terms	26
4 General requirements	26
4.1 General.....	26
4.2 Selection of equipment.....	27
4.2.1 General	27
4.2.2 Switchgear.....	27
4.3 Electrical supply.....	28
4.3.1 General	28
4.3.2 AC supplies	28
4.3.3 DC supplies	28
4.3.4 Special supply systems	28
4.4 Physical environment and operating conditions	28
4.4.1 General	28
4.4.2 Electromagnetic compatibility (EMC)	29
4.4.3 Ambient air temperature	29
4.4.4 Humidity	29
4.4.5 Altitude	29
4.4.6 Contaminants.....	29
4.4.7 Ionizing and non-ionizing radiation	30
4.4.8 Vibration, shock, and bump	30
4.5 Transportation and storage.....	30
4.6 Provisions for handling	30
5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off	30
5.1 Incoming supply conductor terminations	30
5.2 Terminal for connection of the external protective conductor	31
5.3 Supply disconnecting (isolating) device.....	31
5.3.1 General	31
5.3.2 Type	31
5.3.3 Requirements	32
5.3.4 Operating means of the supply disconnecting device	32
5.3.5 Excepted circuits.....	33
5.4 Devices for removal of power for prevention of unexpected start-up	34
5.5 Devices for isolating electrical equipment	34
5.6 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection.....	35
6 Protection against electric shock.....	35
6.1 General.....	35
6.2 Basic protection	35
6.2.1 General	35
6.2.2 Protection by enclosures	36

6.2.3	Protection by insulation of live parts	37
6.2.4	Protection against residual voltages	37
6.2.5	Protection by barriers	37
6.2.6	Protection by placing out of reach or protection by obstacles	37
6.3	Fault protection	37
6.3.1	General	37
6.3.2	Prevention of the occurrence of a touch voltage	38
6.3.3	Protection by automatic disconnection of supply	38
6.4	Protection by the use of PELV	39
6.4.1	General requirements	39
6.4.2	Sources for PELV	40
7	Protection of equipment	40
7.1	General	40
7.2	Overcurrent protection	40
7.2.1	General	40
7.2.2	Supply conductors	40
7.2.3	Power circuits	41
7.2.4	Control circuits	41
7.2.5	Socket outlets and their associated conductors	41
7.2.6	Lighting circuits	41
7.2.7	Transformers	42
7.2.8	Location of overcurrent protective devices	42
7.2.9	Overcurrent protective devices	42
7.2.10	Rating and setting of overcurrent protective devices	42
7.3	Protection of motors against overheating	42
7.3.1	General	42
7.3.2	Overload protection	43
7.3.3	Over-temperature protection	43
7.4	Protection against abnormal temperature	43
7.5	Protection against the effects of supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration	44
7.6	Motor overspeed protection	44
7.7	Additional earth fault/residual current protection	44
7.8	Phase sequence protection	44
7.9	Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges	44
7.10	Short-circuit current rating	45
8	Equipotential bonding	45
8.1	General	45
8.2	Protective bonding circuit	47
8.2.1	General	47
8.2.2	Protective conductors	47
8.2.3	Continuity of the protective bonding circuit	48
8.2.4	Protective conductor connecting points	49
8.2.5	Mobile machines	49
8.2.6	Additional requirements for electrical equipment having earth leakage currents higher than 10 mA	49
8.3	Measures to restrict the effects of high leakage current	50
8.4	Functional bonding	50
9	Control circuits and control functions	50

9.1	Control circuits	50
9.1.1	Control circuit supply.....	50
9.1.2	Control circuit voltages.....	51
9.1.3	Protection	51
9.2	Control functions	51
9.2.1	General	51
9.2.2	Categories of stop functions	51
9.2.3	Operation.....	51
9.2.4	Cableless control system (CCS)	55
9.3	Protective interlocks	57
9.3.1	Reclosing or resetting of an interlocking safeguard	57
9.3.2	Exceeding operating limits.....	57
9.3.3	Operation of auxiliary functions	57
9.3.4	Interlocks between different operations and for contrary motions	57
9.3.5	Reverse current braking	57
9.3.6	Suspension of safety functions and/or protective measures.....	58
9.4	Control functions in the event of failure	58
9.4.1	General requirements.....	58
9.4.2	Measures to minimize risk in the event of failure	59
9.4.3	Protection against malfunction of control circuits.....	60
10	Operator interface and machine-mounted control devices	66
10.1	General.....	66
10.1.1	General requirements.....	66
10.1.2	Location and mounting	66
10.1.3	Protection	66
10.1.4	Position sensors	66
10.1.5	Portable and pendant control stations.....	67
10.2	Actuators	67
10.2.1	Colours.....	67
10.2.2	Markings.....	67
10.3	Indicator lights and displays	68
10.3.1	General	68
10.3.2	Colours.....	68
10.3.3	Flashing lights and displays.....	69
10.4	Illuminated push-buttons	69
10.5	Rotary control devices.....	69
10.6	Start devices	69
10.7	Emergency stop devices.....	70
10.7.1	Location of emergency stop devices	70
10.7.2	Types of emergency stop device	70
10.7.3	Operation of the supply disconnecting device to effect emergency stop.....	70
10.8	Emergency switching off devices	70
10.8.1	Location of emergency switching off devices.....	70
10.8.2	Types of emergency switching off device	70
10.8.3	Local operation of the supply disconnecting device to effect emergency switching off.....	71
10.9	Enabling control device	71
11	Controlgear: location, mounting, and enclosures	71
11.1	General requirements.....	71

11.2	Location and mounting	71
11.2.1	Accessibility and maintenance.....	71
11.2.2	Physical separation or grouping.....	72
11.2.3	Heating effects.....	72
11.3	Degrees of protection	73
11.4	Enclosures, doors and openings.....	73
11.5	Access to electrical equipment	74
12	Conductors and cables	74
12.1	General requirements.....	74
12.2	Conductors	74
12.3	Insulation	75
12.4	Current-carrying capacity in normal service	75
12.5	Conductor and cable voltage drop	76
12.6	Flexible cables	77
12.6.1	General	77
12.6.2	Mechanical rating.....	77
12.6.3	Current-carrying capacity of cables wound on drums	77
12.7	Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies.....	78
12.7.1	Basic protection	78
12.7.2	Protective conductors.....	78
12.7.3	Protective conductor current collectors	78
12.7.4	Removable current collectors with a disconnecter function	79
12.7.5	Clearances in air.....	79
12.7.6	Creepage distances	79
12.7.7	Conductor system sectioning.....	79
12.7.8	Construction and installation of conductor wire, conductor bar systems and slip-ring assemblies.....	79
13	Wiring practices.....	80
13.1	Connections and routing.....	80
13.1.1	General requirements.....	80
13.1.2	Conductor and cable runs	80
13.1.3	Conductors of different circuits	81
13.1.4	AC circuits – Electromagnetic effects (prevention of eddy currents).....	81
13.1.5	Connection between pick-up and pick-up converter of an inductive power supply system.....	81
13.2	Identification of conductors.....	81
13.2.1	General requirements.....	81
13.2.2	Identification of the protective conductor / protective bonding conductor.....	82
13.2.3	Identification of the neutral conductor	82
13.2.4	Identification by colour	83
13.3	Wiring inside enclosures.....	83
13.4	Wiring outside enclosures	84
13.4.1	General requirements.....	84
13.4.2	External ducts	84
13.4.3	Connection to moving elements of the machine	84
13.4.4	Interconnection of devices on the machine	85
13.4.5	Plug/socket combinations	85
13.4.6	Dismantling for shipment.....	86
13.4.7	Additional conductors.....	86

13.5	Ducts, connection boxes and other boxes	86
13.5.1	General requirements.....	86
13.5.2	Rigid metal conduit and fittings.....	87
13.5.3	Flexible metal conduit and fittings.....	87
13.5.4	Flexible non-metallic conduit and fittings	87
13.5.5	Cable trunking systems	87
13.5.6	Machine compartments and cable trunking systems	88
13.5.7	Connection boxes and other boxes	88
13.5.8	Motor connection boxes	88
14	Electric motors and associated equipment.....	88
14.1	General requirements.....	88
14.2	Motor enclosures	88
14.3	Motor dimensions.....	89
14.4	Motor mounting and compartments	89
14.5	Criteria for motor selection	89
14.6	Protective devices for mechanical brakes	89
15	Socket-outlets and lighting.....	90
15.1	Socket-outlets for accessories	90
15.2	Local lighting of the machine and of the equipment	90
15.2.1	General	90
15.2.2	Supply	90
15.2.3	Protection	91
15.2.4	Fittings	91
16	Marking, warning signs and reference designations	91
16.1	General.....	91
16.2	Warning signs	91
16.2.1	Electric shock hazard	91
16.2.2	Hot surfaces hazard	92
16.3	Functional identification.....	92
16.4	Marking of enclosures of electrical equipment.....	92
16.5	Reference designations	92
17	Technical documentation	92
17.1	General.....	92
17.2	Information related to the electrical equipment.....	93
18	Verification	94
18.1	General.....	94
18.2	Verification of conditions for protection by automatic disconnection of supply	94
18.2.1	General	94
18.2.2	Test 1 – Verification of the continuity of the protective bonding circuit	95
18.2.3	Test 2 – Fault loop impedance verification and suitability of the associated overcurrent protective device	95
18.2.4	Application of the test methods for TN-systems.....	95
18.3	Insulation resistance tests	97
18.4	Voltage tests	98
18.5	Protection against residual voltages	98
18.6	Functional tests.....	98
18.7	Retesting	98
Annex A (normative)	Fault protection by automatic disconnection of supply.....	99

A.1	Fault protection for machines supplied from TN-systems	99
A.1.1	General	99
A.1.2	Conditions for protection by automatic disconnection of the supply by overcurrent protective devices.....	99
A.1.3	Condition for protection by reducing the touch voltage below 50 V	100
A.1.4	Verification of conditions for protection by automatic disconnection of the supply	101
A.2	Fault protection for machines supplied from TT-systems	103
A.2.1	Connection to earth.....	103
A.2.2	Fault protection for TT systems	103
A.2.3	Verification of protection by automatic disconnection of supply using a residual current protective device	104
A.2.4	Measurement of the fault loop impedance (Z_S).....	105
Annex B (informative)	Enquiry form for the electrical equipment of machines	107
Annex C (informative)	Examples of machines covered by this part of IEC 60204	111
Annex D (informative)	Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines	113
D.1	General.....	113
D.2	General operating conditions	113
D.2.1	Ambient air temperature	113
D.2.2	Methods of installation	113
D.2.3	Grouping.....	115
D.2.4	Classification of conductors.....	116
D.3	Co-ordination between conductors and protective devices providing overload protection.....	116
D.4	Overcurrent protection of conductors	117
D.5	Effect of harmonic currents on balanced three-phase systems.....	118
Annex E (informative)	Explanation of emergency operation functions	119
Annex F (informative)	Guide for the use of this part of IEC 60204	120
Annex G (informative)	Comparison of typical conductor cross-sectional areas	122
Annex H (informative)	Measures to reduce the effects of electromagnetic influences	124
H.1	Definitions.....	124
H.1.1	apparatus	124
H.1.2	fixed installation	124
H.2	General.....	124
H.3	Mitigation of electromagnetic interference (EMI).....	124
H.3.1	General	124
H.3.2	Measures to reduce EMI	125
H.4	Separation and segregation of cables	125
H.5	Power supply of a machine by parallel sources	129
H.6	Supply impedance where a Power Drive System (PDS) is used	129
Annex I (informative)	Documentation / Information	130
Bibliography	132
Figure 1	– Block diagram of a typical machine	14
Figure 2	– Disconnecter isolator	33
Figure 3	– Disconnecting circuit breaker	33
Figure 4	– Example of equipotential bonding for electrical equipment of a machine	46

Figure 5 – Symbol IEC 60417-5019: Protective earth	49
Figure 6 – Symbol IEC 60417-5020: Frame or chassis	50
Figure 7 – Method a) Earthed control circuit fed by a transformer	60
Figure 8 – Method b1) Non-earthed control circuit fed by transformer	61
Figure 9 – Method b2) Non-earthed control circuit fed by transformer	62
Figure 10 – Method b3) Non-earthed control circuit fed by transformer	62
Figure 11 – Method c) Control circuits fed by transformer with an earthed centre-tap winding	63
Figure 12 – Method d1a) Control circuit without transformer connected between a phase and the neutral of an earthed supply system	64
Figure 13 – Method d1b) Control circuit without transformer connected between two phases of an earthed supply system	64
Figure 14 – Method d2a) Control circuit without transformer connected between phase and neutral of a non-earthed supply system	65
Figure 15 – Method d2b) control circuit without transformer connected between two phases of a non-earthed supply system	65
Figure 16 – Symbol IEC 60417-5019	82
Figure 17 – Symbol IEC 60417-5021	82
Figure 18 – Symbol ISO 7010-W012	91
Figure 19 – Symbol ISO 7010-W017	92
Figure A.1 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement in TN systems	102
Figure A.2 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement for power drive system circuits in TN systems	102
Figure A.3 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement in TT systems	105
Figure A.4 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement for power drive system circuits in TT systems	106
Figure D.1 – Methods of conductor and cable installation independent of number of conductors/cables	114
Figure D.2 – Parameters of conductors and protective devices	116
Figure H.1 – By-pass conductor for screen reinforcement	125
Figure H.2 – Examples of vertical separation and segregation	127
Figure H.3 – Examples of horizontal separation and segregation	127
Figure H.4 – Cable arrangements in metal cable trays	128
Figure H.5 – Connections between metal cable trays or cable trunking systems	128
Figure H.6 – Interruption of metal cable trays at fire barriers	129
Table 1 – Minimum cross-sectional area of copper protective conductors	31
Table 2 – Symbols for actuators (Power)	68
Table 3 – Symbols for actuators (Machine operation)	68
Table 4 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the machine	69
Table 5 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors	75

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	76
Table 7 – Derating factors for cables wound on drums	78
Table 8 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables.....	85
Table 9 – Application of the test methods for TN-systems	96
Table 10 – Examples of maximum cable lengths from protective devices to their loads for TN-systems	97
Table A.1 – Maximum disconnecting times for TN systems	99
Table A.2 – Maximum disconnecting time for TT-systems	104
Table D.1 – Correction factors.....	113
Table D.2 – Derating factors for I_Z for grouping	115
Table D.3 – Derating factors for I_Z for multicore cables up to 10 mm ²	115
Table D.4 – Classification of conductors.....	116
Table D.5 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions.....	117
Table F.1 – Application options	121
Table G.1 – Comparison of conductor sizes.....	122
Table H.1 – Minimum separation distances using metallic containment as illustrated in Figure H.2	126
Table I.1 – Documentation / Information that can be applicable.....	130

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 IEC technical committee 44: Safety of machinery – Electrotechnical aspects.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2005. It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) added requirements to address applications involving power drive systems (PDS);
- b) revised electromagnetic compatibility (EMC) requirements;
- c) clarified overcurrent protection requirements;
- d) requirements for determination of the short circuit current rating of the electrical equipment;

- e) revised protective bonding requirements and terminology;
- f) reorganization and revision to Clause 9, including requirements pertaining to safe torque off of PDS, emergency stop, and control circuit protection;
- g) revised symbols for actuators of control devices;
- h) revised technical documentation requirements;
- i) general updating to current special national conditions, normative standards, and bibliographical references.

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

FDIS	Report on voting
44/765/FDIS	44/771/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60204 series, published under the general title *Safety of machinery – Electrical equipment of machines*, can be found on the IEC website.

The following differing practices of a less permanent nature exist in the countries indicated below.

- 4.3.1: The voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems in Europe are given in EN 50160:2010.
- 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 60417-5019:2006-08 or any combination (USA).
- 6.3.3 b), 13.4.5 b), 18.2.1: TT power systems are not allowed (USA).
- 6.3.3, 18.2, Annex A: TN systems are not used. TT systems are the national standard (Japan).
- 6.3.3 b): The use of residual current protective devices with a rated residual operating current not exceeding 1 A is mandatory in TT systems as a means for fault protection by automatic disconnection of supply (Italy).
- 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).
- 7.10: For evaluation of short circuit ratings the requirements of UL 508A Supplement SB, may be used (USA).
- 8.2.2: See IEC 60364-5-54:2011, Annex E List of notes concerning certain countries.
- 9.1.2: Maximum nominal AC 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 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: Second paragraph, 5th bullet: The full load current rating of lighting circuits does not exceed 15 A (USA).
- 16.4: Nameplate marking requirements (USA).
- A.2.2.2: The permissible maximum value of R_A is regulated (e.g. when $U_o \geq 300V$, R_A shall be less than 10Ω , when $U_o < 300 V$, R_A shall be less than 100Ω , U_o is the nominal AC line to earth voltage in volts (V) (Japan).
- A.2.2.2: The maximum permissible value of R_A is 83Ω (Netherlands).

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

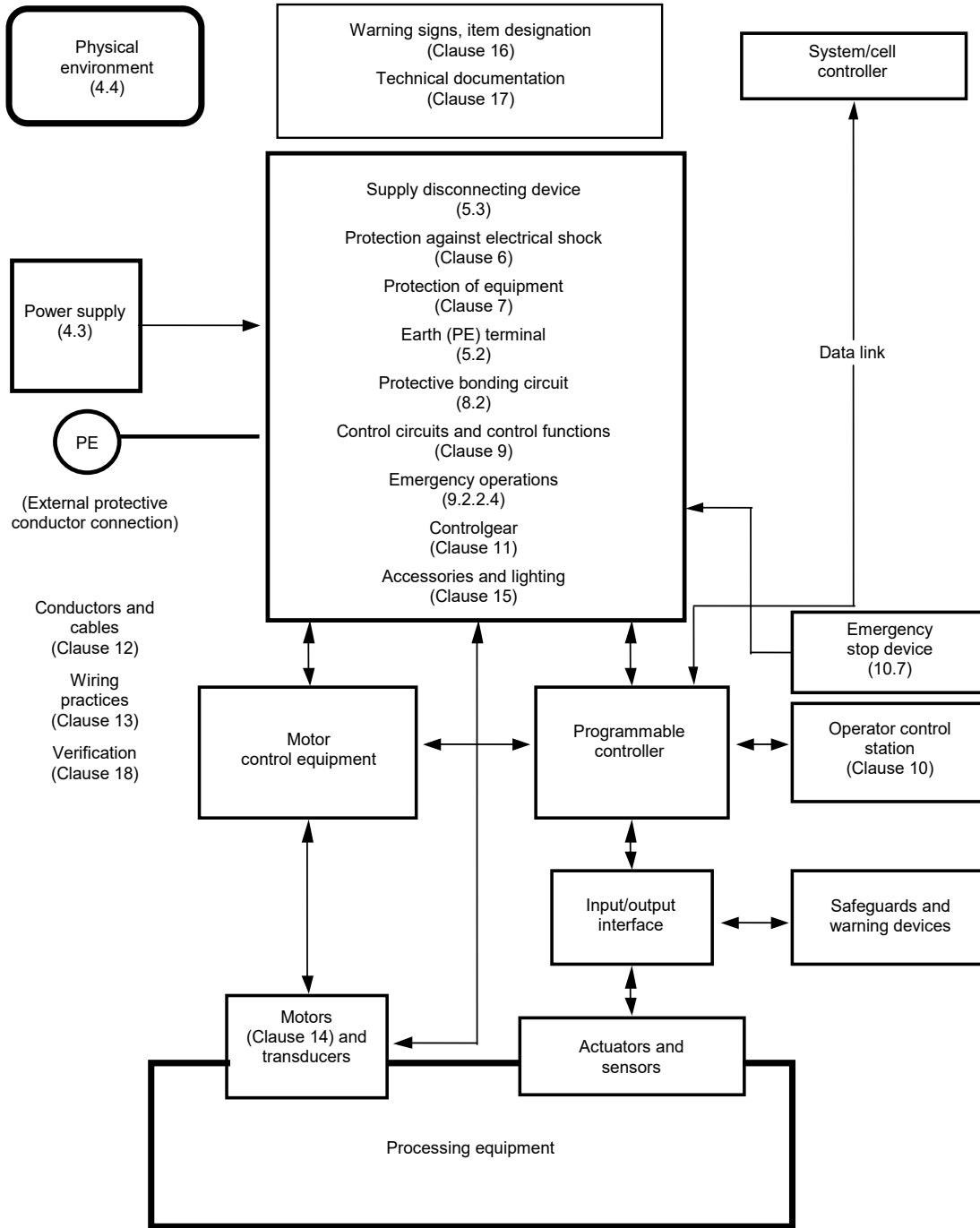
INTRODUCTION

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 operation and 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.



IEC

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 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 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 (AC) and not exceeding 1 500 V for direct current (DC), and with nominal supply frequencies not exceeding 200 Hz.

NOTE 5 Information on electrical equipment or parts of the electrical equipment that operate with higher nominal supply voltages can be found in 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 of IEC 60204 specifically includes, but is not limited to, the electrical equipment of machines as defined in 3.1.40.

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);
- are semiconductor fabrication equipment (which are covered by IEC 60204-33).

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 documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. 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 60072 (all parts), *Dimensions and output series for rotating electrical machines*

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

IEC 60364-1, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

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

IEC 60364-4-43:2008, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-5-52:2009, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60364-5-53:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*
IEC 60364-5-53:2001/AMD1:2002

IEC 60364-5-54:2011, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*. Available from: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>

IEC 60445:2010, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors*

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

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

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

IEC 60947-3, *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 60947-5-1:2003/AMD1:2009

IEC 60947-5-5, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-5: Control circuit devices and switching elements – Electrical emergency stop device with mechanical latching function*

IEC 60947-6-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices(or equipment) (CPS)*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

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

IEC 61439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61558-1:2005, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests*
IEC 61558-1:2005/AMD1:2009

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers*

IEC 61984, *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 62023, *Structuring of technical information and documentation*

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

ISO 7010:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

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

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

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	144
INTRODUCTION.....	147
1 Domaine d'application.....	149
2 Références normatives.....	150
3 Termes, définitions et abréviations.....	152
3.1 Termes et définitions.....	152
3.2 Abréviations.....	161
4 Exigences générales.....	161
4.1 Généralités.....	161
4.2 Choix des équipements.....	162
4.2.1 Généralités.....	162
4.2.2 Appareillage de connexion.....	162
4.3 Alimentation électrique.....	162
4.3.1 Généralités.....	162
4.3.2 Alimentations en courant alternatif.....	163
4.3.3 Alimentations en courant continu.....	163
4.3.4 Systèmes d'alimentation spéciaux.....	163
4.4 Environnement physique et conditions de fonctionnement.....	163
4.4.1 Généralités.....	163
4.4.2 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	163
4.4.3 Température de l'air ambiant.....	164
4.4.4 Humidité.....	164
4.4.5 Altitude.....	164
4.4.6 Polluants.....	164
4.4.7 Rayonnements ionisants et non ionisants.....	165
4.4.8 Vibrations, chocs et coups.....	165
4.5 Transport et stockage.....	165
4.6 Dispositions pour la manutention.....	165
5 Bornes des conducteurs d'alimentation à l'arrivée et appareils de sectionnement et de coupure.....	165
5.1 Bornes des conducteurs d'alimentation à l'arrivée.....	165
5.2 Borne pour le raccordement du conducteur de protection externe.....	166
5.3 Appareil de sectionnement de l'alimentation.....	166
5.3.1 Généralités.....	166
5.3.2 Type.....	167
5.3.3 Exigences.....	167
5.3.4 Moyens de manœuvre de l'appareil de sectionnement de l'alimentation.....	168
5.3.5 Circuits exclus.....	168
5.4 Appareils de coupure de l'alimentation pour éviter un démarrage fortuit.....	169
5.5 Appareils de sectionnement pour l'équipement électrique.....	170
5.6 Protection contre une fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur.....	170
6 Protection contre les chocs électriques.....	170
6.1 Généralités.....	170
6.2 Protection principale.....	171
6.2.1 Généralités.....	171

6.2.2	Protection au moyen d'enveloppes	171
6.2.3	Protection par isolant des parties actives	172
6.2.4	Protection contre les tensions résiduelles	172
6.2.5	Protection par barrières	173
6.2.6	Protection par mise hors de portée ou protection par mise en place d'obstacles	173
6.3	Protection en cas de défaut	173
6.3.1	Généralités	173
6.3.2	Prévention contre l'apparition d'une tension de contact	173
6.3.3	Protection par coupure automatique de l'alimentation	174
6.4	Protection par l'utilisation de la TBTP	175
6.4.1	Exigences générales	175
6.4.2	Sources pour la TBTP	176
7	Protection de l'équipement	176
7.1	Généralités	176
7.2	Protection contre les surintensités	176
7.2.1	Généralités	176
7.2.2	Conducteurs d'alimentation	176
7.2.3	Circuits de puissance	176
7.2.4	Circuits de commande	177
7.2.5	Socles de prises de courant et conducteurs associés	177
7.2.6	Circuits d'éclairage	177
7.2.7	Transformateurs	178
7.2.8	Emplacement des dispositifs de protection contre les surintensités	178
7.2.9	Dispositifs de protection contre les surintensités	178
7.2.10	Calibrage et réglage des dispositifs de protection contre les sursintensités	178
7.3	Protection des moteurs contre la surchauffe	179
7.3.1	Généralités	179
7.3.2	Protection contre les surcharges	179
7.3.3	Protection contre les températures excessives	179
7.4	Protection contre les températures anormales	180
7.5	Protection contre les effets de l'interruption de l'alimentation ou la réduction de la tension et leur rétablissement ultérieur	180
7.6	Protection contre la survitesse des moteurs	180
7.7	Protection supplémentaire contre les défauts à la terre/courants résiduels	180
7.8	Protection de l'ordre des phases	181
7.9	Protection contre les surtensions de foudre et de manœuvre	181
7.10	Courant assigné de court-circuit	181
8	Liaisons équipotentielles	181
8.1	Généralités	181
8.2	Circuit de protection	183
8.2.1	Généralités	183
8.2.2	Conducteurs de protection	183
8.2.3	Continuité du circuit de protection	184
8.2.4	Points de raccordement du conducteur de protection	185
8.2.5	Machines mobiles	185
8.2.6	Exigences supplémentaires pour un équipement électrique dont les courants de fuite à la terre sont supérieurs à 10 mA	186
8.3	Mesures pour limiter les effets d'un courant de fuite élevé	186

8.4	Liaisons fonctionnelles	186
9	Circuits de commande et fonctions de commande	187
9.1	Circuits de commande	187
9.1.1	Alimentation des circuits de commande	187
9.1.2	Tensions du circuit de commande.....	187
9.1.3	Protection	188
9.2	Fonctions de commande.....	188
9.2.1	Généralités	188
9.2.2	Catégories de fonctions d'arrêt.....	188
9.2.3	Fonctionnement	188
9.2.4	Système de commande sans fil (CCS).....	192
9.3	Verrouillages de protection.....	194
9.3.1	Refermeture ou réarmement d'un moyen de protection avec dispositif de verrouillage	194
9.3.2	Dépassement des limites de fonctionnement	194
9.3.3	Mise en œuvre des fonctions auxiliaires	194
9.3.4	Interverrouillages entre opérations différentes et pour des mouvements contraires	194
9.3.5	Freinage par retour de courant.....	195
9.3.6	Neutralisation provisoire des fonctions de sécurité et/ou des mesures de protection.....	195
9.4	Fonctions de commande en cas de défaillance	195
9.4.1	Exigences générales.....	195
9.4.2	Mesures de réduction des risques en cas de défaillance	196
9.4.3	Protection contre les dysfonctionnements des circuits de commande	197
10	Interface opérateur et appareils de commande montés sur la machine.....	204
10.1	Généralités	204
10.1.1	Exigences générales.....	204
10.1.2	Emplacement et montage.....	204
10.1.3	Protection	204
10.1.4	Capteurs de position	205
10.1.5	Postes de commande portables et pendants	205
10.2	Organes de commande	205
10.2.1	Couleurs	205
10.2.2	Marquages.....	206
10.3	Voyants lumineux de signalisation et dispositifs d'affichage.....	206
10.3.1	Généralités	206
10.3.2	Couleurs	207
10.3.3	Voyants lumineux et dispositifs d'affichage clignotants.....	207
10.4	Boutons-poussoirs lumineux.....	208
10.5	Appareils de commande rotatifs.....	208
10.6	Appareils de mise en marche.....	208
10.7	Appareils d'arrêt d'urgence.....	208
10.7.1	Emplacement des appareils d'arrêt d'urgence	208
10.7.2	Types d'appareils d'arrêt d'urgence	208
10.7.3	Manœuvre de l'appareil de sectionnement de l'alimentation pour effectuer un arrêt d'urgence	208
10.8	Appareils de coupure d'urgence	209
10.8.1	Emplacement des appareils de coupure d'urgence.....	209
10.8.2	Types d'appareils de coupure d'urgence	209

10.8.3	Manœuvre locale de l'appareil de sectionnement de l'alimentation pour effectuer une coupure d'urgence	209
10.9	Appareil de commande de validation	209
11	Appareillages de commande: emplacement, montage et enveloppes.....	210
11.1	Exigences générales	210
11.2	Emplacement et montage	210
11.2.1	Accessibilité et maintenance	210
11.2.2	Séparation physique ou groupage	210
11.2.3	Effets de la chaleur	211
11.3	Degrés de protection	211
11.4	Enveloppes, portes et ouvertures	212
11.5	Accès à l'équipement électrique	213
12	Conducteurs et câbles	213
12.1	Exigences générales	213
12.2	Conducteurs	213
12.3	Isolant	214
12.4	Courant maximal admissible en fonctionnement normal.....	214
12.5	Chute de tension dans les câbles et conducteurs	215
12.6	Câbles souples	216
12.6.1	Généralités	216
12.6.2	Dimensionnement mécanique.....	216
12.6.3	Courant maximal admissible des câbles enroulés sur des tambours	217
12.7	Câbles conducteurs, barres conductrices et ensembles de bagues collectrices.....	217
12.7.1	Protection principale	217
12.7.2	Conducteurs de protection	218
12.7.3	Collecteurs de courant du conducteur de protection.....	218
12.7.4	Collecteurs de courant démontables avec fonction de sectionnement.....	218
12.7.5	Distances d'isolement dans l'air.....	218
12.7.6	Lignes de fuite	218
12.7.7	Subdivision du système conducteur.....	219
12.7.8	Construction et installation des systèmes à câbles conducteurs, à barres conductrices et des ensembles de bagues collectrices	219
13	Pratiques du câblage	219
13.1	Raccordement et cheminement.....	219
13.1.1	Exigences générales.....	219
13.1.2	Cheminement des conducteurs et des câbles	220
13.1.3	Conducteurs appartenant à des circuits différents.....	220
13.1.4	Circuits à courant alternatif – Effets électromagnétiques (prévention des courants de Foucault)	221
13.1.5	Raccordement entre le détecteur et le convertisseur détecteur d'un système d'alimentation à induction	221
13.2	Identification des conducteurs	221
13.2.1	Exigences générales.....	221
13.2.2	Identification du conducteur de protection/ conducteur de liaison de protection	221
13.2.3	Identification du conducteur neutre.....	222
13.2.4	Identification par la couleur	222
13.3	Câblage à l'intérieur des enveloppes	223
13.4	Câblage à l'extérieur des enveloppes	223

13.4.1	Exigences générales	223
13.4.2	Canalisations externes	224
13.4.3	Raccordement aux éléments mobiles de la machine	224
13.4.4	Interconnexion des appareils sur la machine.....	225
13.4.5	Ensembles fiche-prise	225
13.4.6	Démontage pour le transport	226
13.4.7	Conducteurs supplémentaires	226
13.5	Canalisations, boîtiers de connexion et autres boîtiers	226
13.5.1	Exigences générales	226
13.5.2	Conduit métallique rigide et accessoires	227
13.5.3	Conduit métallique souple et accessoires	227
13.5.4	Conduit non métallique souple et accessoires	227
13.5.5	Système de goulottes.....	228
13.5.6	Compartiments de machine et systèmes de goulottes	228
13.5.7	Boîtiers de connexion et autres boîtiers	228
13.5.8	Boîtiers de connexion de moteur	228
14	Moteurs électriques et équipements associés	228
14.1	Exigences générales	228
14.2	Enveloppes des moteurs	229
14.3	Dimensions des moteurs	229
14.4	Montage des moteurs et compartiments moteurs	229
14.5	Critères de choix des moteurs	229
14.6	Dispositifs de protection pour les freins mécaniques	230
15	Socles de prises de courant et éclairage	230
15.1	Socles de prises de courant pour les accessoires	230
15.2	Éclairage local de la machine et de l'équipement	230
15.2.1	Généralités	230
15.2.2	Alimentation.....	230
15.2.3	Protection	231
15.2.4	Accessoires	231
16	Marquages, panneaux d'avertissement et désignations de référence	231
16.1	Généralités	231
16.2	Panneaux d'avertissement.....	232
16.2.1	Danger de choc électrique.....	232
16.2.2	Danger lié aux surfaces chaudes.....	232
16.3	Identification fonctionnelle	232
16.4	Marquage des enveloppes des équipements électriques	232
16.5	Désignations de référence.....	233
17	Documentation technique.....	233
17.1	Généralités	233
17.2	Informations relatives à l'équipement électrique	233
18	Vérification	235
18.1	Généralités	235
18.2	Vérification des conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation.....	235
18.2.1	Généralités	235
18.2.2	Essai 1 – Vérification de la continuité du circuit de protection.....	236
18.2.3	Essai 2 – Vérification de l'impédance de boucle de défaut et aptitude du dispositif de protection contre les surintensités associé	236

18.2.4	Application des méthodes d'essai aux schémas TN.....	236
18.3	Essais de résistance d'isolement.....	238
18.4	Essais de tension.....	239
18.5	Protection contre les tensions résiduelles.....	239
18.6	Essais de fonctionnement.....	239
18.7	Contre-essais.....	239
Annexe A (normative) Protection en cas de défaut par coupure automatique de l'alimentation.....		240
A.1	Protection en cas de défaut pour les machines alimentées par les schémas TN.....	240
A.1.1	Généralités.....	240
A.1.2	Conditions pour la protection par coupure automatique de l'alimentation par des dispositifs de protection contre les surintensités.....	241
A.1.3	Condition pour la protection par diminution de la tension de contact en dessous de 50 V.....	241
A.1.4	Vérification des conditions pour la protection par coupure automatique de l'alimentation.....	242
A.2	Protection en cas de défaut pour les machines alimentées par les schémas TT.....	244
A.2.1	Connexion à la terre.....	244
A.2.2	Protection en cas de défaut pour les schémas TT.....	244
A.2.3	Vérification de la protection par coupure automatique de l'alimentation au moyen d'un dispositif différentiel résiduel.....	246
A.2.4	Mesurage de l'impédance de boucle de défaut (Z_S).....	246
Annexe B (informative) Questionnaire concernant l'équipement électrique des machines.....		248
Annexe C (informative) Exemples de machines couvertes par la présente partie de l'IEC 60204.....		252
Annexe D (informative) Courant maximal admissible et protection contre les surintensités des conducteurs et câbles dans les équipements électriques des machines.....		254
D.1	Généralités.....	254
D.2	Conditions générales de fonctionnement.....	254
D.2.1	Température de l'air ambiant.....	254
D.2.2	Méthodes d'installation.....	254
D.2.3	Groupement.....	255
D.2.4	Classification des conducteurs.....	256
D.3	Coordination entre les conducteurs et les dispositifs de protection assurant une protection contre les surcharges.....	257
D.4	Protection des conducteurs contre les surintensités.....	258
D.5	Effets des courants harmoniques dans les systèmes triphasés équilibrés.....	259
Annexe E (informative) Explication sur les fonctions de manœuvre d'urgence.....		260
Annexe F (informative) Guide pour l'utilisation de la présente partie de l'IEC 60204.....		261
Annexe G (informative) Comparaison des sections typiques de conducteurs.....		263
Annexe H (informative) Mesures de réduction des effets des influences électromagnétiques.....		265
H.1	Définitions.....	265
H.1.1	appareil.....	265
H.1.2	installation fixe.....	265
H.2	Généralités.....	265
H.3	Réduction du brouillage électromagnétique (EMI).....	265

H.3.1	Généralités	265
H.3.2	Mesures de réduction de l'EMI	266
H.4	Séparation et différenciation des câbles.....	267
H.5	Alimentation d'une machine par des sources parallèles.....	270
H.6	Impédance d'alimentation en cas d'utilisation d'un entraînement électrique de puissance (PDS)	270
Annexe I (informative) Documentation / Information.....		271
Bibliographie		273
Figure 1	– Schéma d'ensemble d'une machine type.....	148
Figure 2	– Sectionneur.....	168
Figure 3	– Disjoncteur de sectionnement.....	168
Figure 4	– Exemple de liaison équipotentielle pour l'équipement électrique d'une machine	182
Figure 5	– Symbole IEC 60417-5019: Terre de protection	185
Figure 6	– Symbole IEC 60417-5020: Masse ou châssis	187
Figure 7	– Méthode a) Circuit de commande mis à la terre alimenté par un transformateur	198
Figure 8	– Méthode b1) Circuit de commande non mis à la terre alimenté par un transformateur	199
Figure 9	– Méthode b2) Circuit de commande non mis à la terre alimenté par un transformateur	199
Figure 10	– Méthode b3) Circuit de commande non mis à la terre alimenté par un transformateur	200
Figure 11	– Méthode c) Circuits de commande alimentés par un transformateur avec un enroulement à prise centrale de mise à la terre.....	201
Figure 12	– Méthode d1a) Circuit de commande sans transformateur relié entre une phase et le neutre d'un réseau d'alimentation mis à la terre	202
Figure 13	– Méthode d1b) Circuit de commande sans transformateur relié entre deux phases d'un réseau d'alimentation mis à la terre	202
Figure 14	– Méthode d2a) Circuit de commande sans transformateur relié entre une phase et le neutre d'un réseau d'alimentation non mis à la terre	203
Figure 15	– Méthode d2b) Circuit de commande sans transformateur relié entre deux phases d'un réseau d'alimentation non mis à la terre	203
Figure 16	– Symbole IEC 60417-5019	222
Figure 17	– Symbole IEC 60417-5021	222
Figure 18	– Symbole ISO 7010-W012.....	232
Figure 19	– Symbole ISO 7010-W017.....	232
Figure A.1	– Disposition typique de mesure de l'impédance de boucle de défaut (Z_S) dans les schémas TN.....	243
Figure A.2	– Disposition typique de mesure de l'impédance de boucle de défaut (Z_S) pour les circuits à entraînement électrique de puissance dans les schémas TN.....	243
Figure A.3	– Disposition typique de mesure de l'impédance de boucle de défaut (Z_S) dans les schémas TT	247
Figure A.4	– Disposition typique de mesure de l'impédance de boucle de défaut (Z_S) pour les circuits à entraînement électrique de puissance dans les schémas TT	247
Figure D.1	– Méthodes d'installation des conducteurs et câbles indépendamment du nombre de conducteurs/câbles.....	255
Figure D.2	– Paramètres des conducteurs et dispositifs de protection	257

Figure H.1 – Conducteur de dérivation pour le renforcement du blindage	266
Figure H.2 – Exemples de séparation verticale et de différenciation	268
Figure H.3 – Exemples de séparation horizontale et de différenciation	268
Figure H.4 – Dispositions des câbles dans des chemins de câbles métalliques	269
Figure H.5 – Connexions entre les chemins de câbles ou les systèmes de goulottes métalliques	270
Figure H.6 – Interruption des chemins de câbles métalliques au niveau des pare-feu	270
Tableau 1 – Section minimale des conducteurs de protection en cuivre.....	166
Tableau 2 – Symboles pour organes de commande (Alimentation).....	206
Tableau 3 – Symboles pour organes de commande (Fonctionnement de la machine)	206
Tableau 4 – Couleurs des voyants lumineux de signalisation et leur signification en fonction de l'état de la machine	207
Tableau 5 – Sections minimales des conducteurs en cuivre	214
Tableau 6 – Exemples de courant maximal admissible (I_Z) pour conducteurs ou câbles en cuivre isolés au PVC, dans des conditions de régime permanent, pour une température ambiante de +40 °C, pour différentes méthodes d'installation	215
Tableau 7 – Facteurs de réduction pour des câbles enroulés sur tambours	217
Tableau 8 – Rayon minimal de courbure admis pour le guidage forcé de câbles souples.....	225
Tableau 9 – Application des méthodes d'essai aux schémas TN	237
Tableau 10 – Exemples de longueurs de câbles maximales entre les dispositifs de protection et leurs charges pour les schémas TN.....	238
Tableau A.1 – Temps de coupure maximal pour les schémas TN	240
Tableau A.2 – Temps de coupure maximal pour les schémas TT	245
Tableau D.1 – Facteurs de correction.....	254
Tableau D.2 – Facteurs de réduction de I_Z pour groupement	256
Tableau D.3 – Facteurs de réduction de I_Z pour les câbles multiconducteurs jusqu'à 10 mm ²	256
Tableau D.4 – Classification des conducteurs.....	256
Tableau D.5 – Températures maximales admissibles du conducteur dans des conditions normales et des conditions de court-circuit.....	258
Tableau F.1 – Options d'utilisation	262
Tableau G.1 – Comparaison des dimensions de conducteurs.....	263
Tableau H.1 – Distances de séparation minimales utilisant une enceinte de confinement métallique comme représenté à la Figure H.2	267
Tableau I.1 – Documentation / Information qui peuvent être applicables.....	271

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES MACHINES –

Partie 1: Exigences générales

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60204-1 a été établie par le comité d'études 44 de l'IEC: Sécurité des machines – Aspects électrotechniques.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 2005. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) exigences supplémentaires pour traiter des applications impliquant des systèmes d'entraînements électriques de puissance (PDS);
- b) exigences révisées concernant la compatibilité électromagnétique (CEM);
- c) clarification des exigences de protection contre les surintensités;

- d) exigences pour la détermination des caractéristiques du courant de court-circuit de l'équipement électrique;
- e) révision des exigences de liaisons de protection et la terminologie;
- f) réorganisation et révision à l'Article 9, notamment les exigences relatives à la suppression sûre du couple du PDS, à l'arrêt d'urgence, et à la protection du circuit de commande;
- g) révision des symboles pour les organes de commande des appareils de commande;
- h) révision des exigences sur la documentation technique;
- i) mise à jour générale des conditions nationales particulières, des normes et des références bibliographiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
44/765/FDIS	44/771/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60204, publiées sous le titre général *Sécurité des machines – Équipement électrique des machines*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les différentes pratiques suivantes, à caractère moins permanent, existent dans les pays indiqués ci-après:

- 4.3.1 Les caractéristiques de la tension fournie par les réseaux de distribution publics en Europe sont données dans l'EN 50160:2010.
- 5.1: Exception non admise (États-Unis).
- 5.1: Les schémas TN-C ne sont pas autorisés 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 IEC 60417-5019:2006-08 ou toute combinaison (États-Unis).
- 6.3.3 b), 13.4.5 b), 18.2.1: Les schémas TT de puissance ne sont pas admis (États-Unis).
- 6.3.3, 18.2, Annexe A: Les schémas TN ne sont pas utilisés. Les schémas TT sont la norme nationale (Japon).
- 6.3.3 b): L'utilisation de dispositifs différentiels résiduels avec un courant de fonctionnement résiduel assigné de 1 A au maximum est obligatoire dans les schémas TT, ces dispositifs servant de moyen de protection en cas de défaut par une coupure automatique de l'alimentation (Italie).
- 7.2.3 La coupure du conducteur neutre est obligatoire dans un schéma TN-S (France et Norvège).
- 7.2.3 Troisième alinéa: la distribution d'un conducteur neutre dans un schéma IT n'est pas admise (États-Unis et Norvège).
- 7.10: Pour l'évaluation des caractéristiques assignées en court-circuit, les exigences du document UL 508A Supplement SB, peuvent être utilisées (États-Unis).
- 8.2.2 Voir IEC 60364-5-54:2011, Annexe E, Liste des notes concernant certains pays.
- 9.1.2 La tension nominale maximale d'un circuit de commande en courant alternatif est de 120 V (États-Unis).
- 12.2: Seuls les conducteurs à âme câblée sont admis sur les machines, sauf pour les conducteurs massifs de section 0,2 mm² dans les enveloppes (États-Unis).

- 12.2: Le conducteur de circuit de puissance le plus faible admis sur les machines est de $0,82 \text{ mm}^2$ (AWG 18) pour des conducteurs multifilaires ou dans les enveloppes (États-Unis).
- Tableau 5: La section est spécifiée dans la NFPA 79 en dimensions américaines (AWG) (États-Unis). 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 (États-Unis et Canada).
- 13.2.3 La couleur BLANC ou GRIS est utilisée pour repérer les conducteurs neutres mis à la terre au lieu de la couleur BLEU (États-Unis et Canada).
- 15.2.2 Premier alinéa: Valeur maximale entre conducteurs 150 V (États-Unis).
- 15.2.2 Deuxième alinéa, 5^{ème} tiret: Le courant assigné à pleine charge des circuits d'éclairage ne dépasse pas 15 A (États-Unis).
- 16.4: Exigences de marquage de plaque signalétique (États-Unis).
- A.2.2.2: La valeur maximale admissible de R_A est réglementée (par exemple, lorsque $U_o \geq 300 \text{ V}$, R_A doit être inférieure à 10Ω , lorsque $U_o < 300 \text{ V}$, R_A doit être inférieure à 100Ω , U_o est la tension phase-terre alternative nominale en volts (V) (Japon).
- A.2.2.2: La valeur maximale admissible de R_A est 83Ω (Pays-Bas).

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

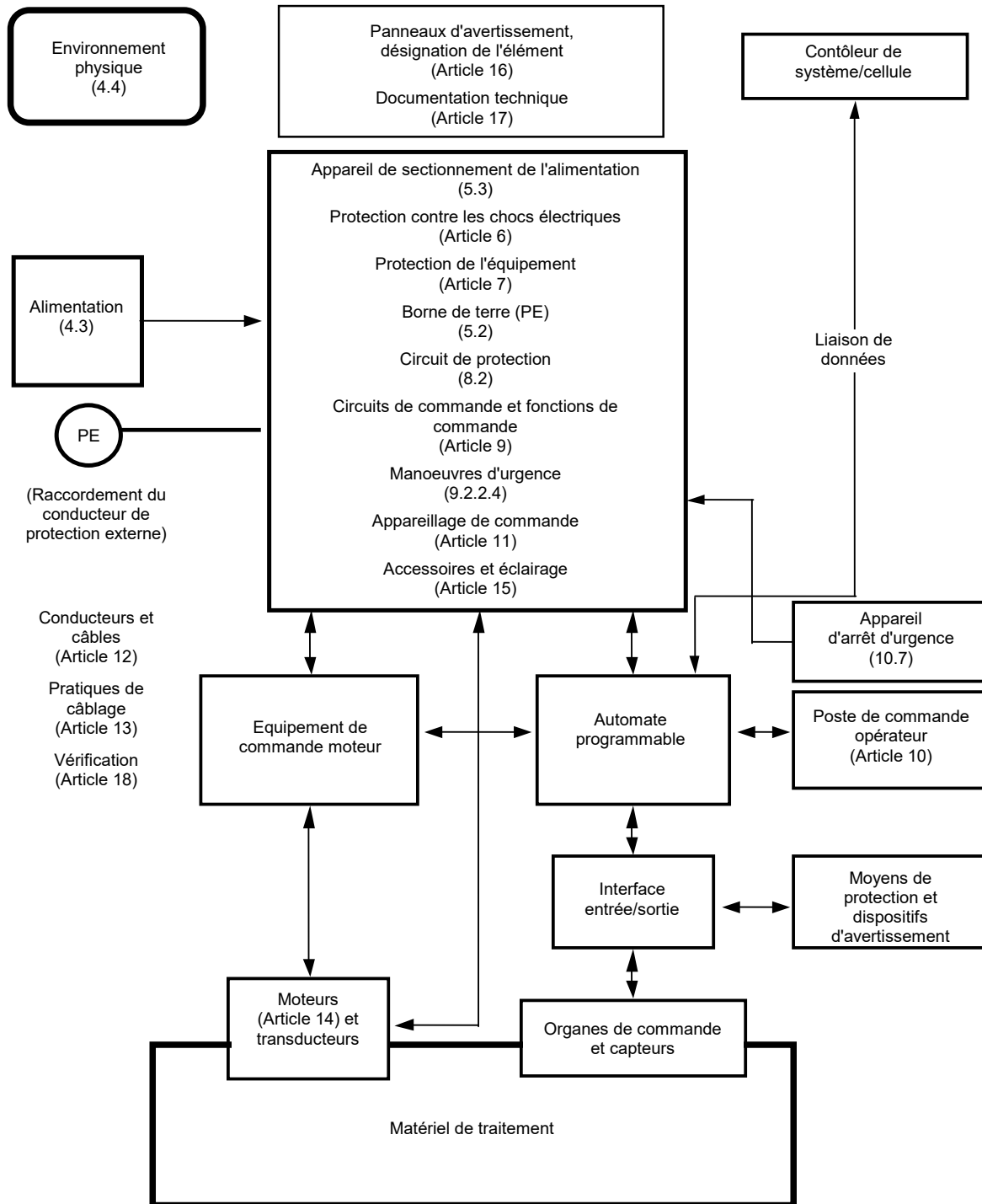
INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 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 fonctionnement et de la maintenance.

Des préconisations complémentaires sur l'utilisation de la présente partie de l'IEC 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 représentant les divers éléments de l'équipement électrique explicités dans la présente partie de l'IEC 60204. Les chiffres entre parenthèses () renvoient aux Articles et Paragraphes de la présente partie de l'IEC 60204. La Figure 1 part du principe 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.



IEC

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

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES MACHINES –

Partie 1: Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 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 l'IEC 60204 est une norme d'application et n'est pas destinée à limiter ou inhiber les progrès technologiques.

NOTE 2 Dans la présente partie de l'IEC 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 l'IEC 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 agents pour l'utilisation ou la maintenance de la machine concernée.

L'équipement couvert par la présente partie de l'IEC 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 sont données dans la série IEC 60364.

La présente partie de l'IEC 60204 est applicable à l'équipement électrique ou aux parties de l'équipement électrique qui fonctionnent sous des tensions d'alimentation nominales ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu et pour des fréquences nominales d'alimentation ne dépassant pas 200 Hz.

NOTE 5 Les informations sur l'équipement électrique ou les parties de l'équipement électrique qui fonctionnent sous des tensions d'alimentation nominales plus élevées peuvent être consultées dans l'IEC 60204-11.

La présente partie de l'IEC 60204 ne couvre pas toutes les exigences (par exemple, la protection, le verrouillage ou la commande) qui sont nécessaires ou exigées par d'autres normes ou réglementations destinées à protéger les personnes contre des dangers autres que les dangers électriques. Chaque type de machine répond à des exigences propres à prendre en compte pour assurer la sécurité appropriée.

La présente partie de l'IEC 60204 inclut spécifiquement, sans toutefois s'y limiter, l'équipement électrique des machines telles que définies en 3.1.40.

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

La présente partie de l'IEC 60204 ne spécifie pas les exigences complémentaires et particulières qui peuvent 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, traitent ou produisent des matériaux potentiellement explosifs (par exemple de la peinture ou de la sciure);

- sont destinées à être utilisées dans des atmosphères explosibles ou potentiellement inflammables;
- 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 l'IEC 60204-31);
- sont des appareils de levage (couverts par l'IEC 60204-32).
- sont des équipements de fabrication des semi-conducteurs (couverts par l'IEC 60204-33).

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

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

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

IEC 60072 (toutes les parties), *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes*

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

IEC 60364-1, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

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

IEC 60364-4-43:2008, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-43: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les surintensités*

IEC 60364-5-52:2009, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-52: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Canalisations*

IEC 60364-5-53:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Sectionnement, coupure et commande*
IEC 60364-5-53:2001/AMD1:2002

IEC 60364-5-54:2011, *Installations électriques basse-tension – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Installations de mise à la terre et conducteurs de protection*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*. Disponible à l'adresse: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>

IEC 60445:2010, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

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

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

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

IEC 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*

IEC 60947-5-1:2003/AMD1:2009

IEC 60947-5-5, *Appareillage à basse tension – Partie 5-5: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareil d'arrêt d'urgence électrique à accrochage mécanique*

IEC 60947-6-2, *Appareillage à basse tension – Partie 6-2: Matériels à fonctions multiples – Appareils (ou matériel) de connexion de commande de protection (ACP)*

IEC 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61310 (toutes les parties), *Sécurité des machines – Indication, marquage, manœuvre*

IEC 61439-1, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 61558-1:2005, *Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues – Partie 1: Exigences générales et essais*

IEC 61558-1:2005/AMD1:2009

IEC 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité*

IEC 61984, *Connecteurs – Exigences de sécurité et essais*

IEC 62023, *Structuration des informations et de la documentation techniques*

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

ISO 7010:2011, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés*

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

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

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