IEC 60204-1

Edition 6.1 2021-09
CONSOLIDATED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Safety of machinery – Part 1: General requirements

Sécurité des machines – Partie 1: Exigences générales

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 13.110; 29.020

ISBN 978-2-8322-1029-6

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

IEC 60204-1

Edition 6.1 2021-09
CONSOLIDATED VERSION

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

colour inside

Safety of machinery –
Part 1: General requirements

Sécurité des machines –
Partie 1: Exigences générales



IEC 60204-1:2016-10+AMD1:2021-09 CSV(en-fr)

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....28
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....29
4.4.1 General....29
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....30
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....32
5.3.3 Requirements....32
5.3.4 Operating means of the supply disconnecting device....33
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....35
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....36
6.2.1 General....36
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 38
6.3.1 General 38
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 41
7.2.1 General 41
7.2.2 Supply conductors 41
7.2.3 Power circuits 41
7.2.4 Control circuits 41
7.2.5 Socket outlets and their associated conductors 42
7.2.6 Lighting circuits 42
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 43
7.3.1 General 43
7.3.2 Overload protection 43
7.3.3 Over-temperature protection 43
7.4 Protection against abnormal temperature 44
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 45
7.9 Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges 45
7.10 Short-circuit current rating 45
8 Equipotential bonding 46
8.1 General 46
8.2 Protective bonding circuit 48
8.2.1 General 48
8.2.2 Protective conductors 48
8.2.3 Continuity of the protective bonding circuit 49
8.2.4 Protective conductor connecting points 50
8.2.5 Mobile machines 50
8.2.6 Additional requirements for electrical equipment having earth leakage currents higher than 10 mA 50
8.3 Measures to restrict the effects of high leakage current 51
8.4 Functional bonding 51
9 Control circuits and control functions 51

9.1 Control circuits 51
9.1.1 Control circuit supply 51
9.1.2 Control circuit voltages 52
9.1.3 Protection 52
9.2 Control functions 52
9.2.1 General 52
9.2.2 Categories of stop functions 52
9.2.3 Operation 52
9.2.4 Cableless control system (CCS) 56
9.3 Protective interlocks 58
9.3.1 Reclosing or resetting of an interlocking safeguard 58
9.3.2 Exceeding operating limits 58
9.3.3 Operation of auxiliary functions 58
9.3.4 Interlocks between different operations and for contrary motions 58
9.3.5 Reverse current braking 59
9.3.6 Suspension of safety functions and/or protective measures 59
9.4 Control functions in the event of failure 59
9.4.1 General requirements 59
9.4.2 Measures to minimize risk in the event of failure 60
9.4.3 Protection against malfunction of control circuits 61
10 Operator interface and machine-mounted control devices 68
10.1 General 68
10.1.1 General requirements 68
10.1.2 Location and mounting 68
10.1.3 Protection 68
10.1.4 Position sensors 68
10.1.5 Portable and pendant control stations 69
10.2 Actuators 69
10.2.1 Colours 69
10.2.2 Markings 69
10.3 Indicator lights and displays 70
10.3.1 General 70
10.3.2 Colours 70
10.3.3 Flashing lights and displays 71
10.4 Illuminated push-buttons 71
10.5 Rotary control devices 71
10.6 Start devices 71
10.7 Emergency stop devices 72
10.7.1 Location of emergency stop devices 72
10.7.2 Types of emergency stop device 72
10.7.3 Operation of the supply disconnecting device to effect emergency stop 72
10.8 Emergency switching off devices 72
10.8.1 Location of emergency switching off devices 72
10.8.2 Types of emergency switching off device 72
10.8.3 Local operation of the supply disconnecting device to effect emergency switching off 73
10.9 Enabling control device 73
11 Controlgear: location, mounting, and enclosures 73
11.1 General requirements 73

11.2 Location and mounting 73
11.2.1 Accessibility and maintenance 73
11.2.2 Physical separation or grouping 74
11.2.3 Heating effects 74
11.3 Degrees of protection 75
11.4 Enclosures, doors and openings 75
11.5 Access to electrical equipment 76
12 Conductors and cables 76
12.1 General requirements 76
12.2 Conductors 76
12.3 Insulation 77
12.4 Current-carrying capacity in normal service 77
12.5 Conductor and cable voltage drop 78
12.6 Flexible cables 79
12.6.1 General 79
12.6.2 Mechanical rating 79
12.6.3 Current-carrying capacity of cables wound on drums 79
12.7 Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies 80
12.7.1 Basic protection 80
12.7.2 Protective conductors 80
12.7.3 Protective conductor current collectors 80
12.7.4 Removable current collectors with a disconnector function 81
12.7.5 Clearances in air 81
12.7.6 Creepage distances 81
12.7.7 Conductor system sectioning 81
12.7.8 Construction and installation of conductor wire, conductor bar systems and slip-ring assemblies 81
13 Wiring practices 82
13.1 Connections and routing 82
13.1.1 General requirements 82
13.1.2 Conductor and cable runs 82
13.1.3 Conductors of different circuits 83
13.1.4 AC circuits – Electromagnetic effects (prevention of eddy currents) 83
13.1.5 Connection between pick-up and pick-up converter of an inductive power supply system 83
13.2 Identification of conductors 83
13.2.1 General requirements 83
13.2.2 Identification of the protective conductor / protective bonding conductor 84
13.2.3 Identification of the neutral conductor 84
13.2.4 Identification by colour 85
13.3 Wiring inside enclosures 85
13.4 Wiring outside enclosures 86
13.4.1 General requirements 86
13.4.2 External ducts 86
13.4.3 Connection to moving elements of the machine 86
13.4.4 Interconnection of devices on the machine 87
13.4.5 Plug/socket combinations 87
13.4.6 Dismantling for shipment 88
13.4.7 Additional conductors 88

13.5 Ducts, connection boxes and other boxes 88
13.5.1 General requirements 88
13.5.2 Rigid metal conduit and fittings 89
13.5.3 Flexible metal conduit and fittings 89
13.5.4 Flexible non-metallic conduit and fittings 89
13.5.5 Cable trunking systems 90
13.5.6 Machine compartments and cable trunking systems 90
13.5.7 Connection boxes and other boxes 90
13.5.8 Motor connection boxes 90
14 Electric motors and associated equipment 90
14.1 General requirements 90
14.2 Motor enclosures 90
14.3 Motor dimensions 91
14.4 Motor mounting and compartments 91
14.5 Criteria for motor selection 91
14.6 Protective devices for mechanical brakes 91
15 Socket-outlets and lighting 92
15.1 Socket-outlets for accessories 92
15.2 Local lighting of the machine and of the equipment 92
15.2.1 General 92
15.2.2 Supply 92
15.2.3 Protection 93
15.2.4 Fittings 93
16 Marking, warning signs and reference designations 93
16.1 General 93
16.2 Warning signs 93
16.2.1 Electric shock hazard 93
16.2.2 Hot surfaces hazard 94
16.3 Functional identification 94
16.4 Marking of enclosures of electrical equipment 94
16.5 Reference designations 95
17 Technical documentation 95
17.1 General 95
17.2 Information related to the electrical equipment 95
18 Verification 96
18.1 General 96
18.2 Verification of conditions for protection by automatic disconnection of supply 97
18.2.1 General 97
18.2.2 Test 1 – Verification of the continuity of the protective bonding circuit 97
18.2.3 Test 2 – Fault loop impedance verification and suitability of the associated overcurrent protective device 97
18.2.4 Application of the test methods for TN-systems 98
18.3 Insulation resistance tests 100
18.4 Voltage tests 101
18.5 Protection against residual voltages 101
18.6 Functional tests 101
18.7 Retesting 101
Annex A (normative) Fault protection by automatic disconnection of supply 102

A.1 Fault protection for machines supplied from TN-systems 102
A.1.1 General 102
A.1.2 Conditions for protection by automatic disconnection of the supply by overcurrent protective devices 102
A.1.3 Condition for protection by reducing the touch voltage below 50 V 103
A.1.4 Verification of conditions for protection by automatic disconnection of the supply 104
A.2 Fault protection for machines supplied from TT-systems 106
A.2.1 Connection to earth 106
A.2.2 Fault protection for TT systems 106
A.2.3 Verification of protection by automatic disconnection of supply using a residual current protective device 107
A.2.4 Measurement of the fault loop impedance (Z_S) 108
Annex B (informative) Enquiry form for the electrical equipment of machines 110
Annex C (informative) Examples of machines covered by this part of IEC 60204 114
Annex D (informative) Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines 116
D.1 General 116
D.2 General operating conditions 116
D.2.1 Ambient air temperature 116
D.2.2 Methods of installation 116
D.2.3 Grouping 118
D.2.4 Classification of conductors 119
D.3 Co-ordination between conductors and protective devices providing overload protection 119
D.4 Overcurrent protection of conductors 120
D.5 Effect of harmonic currents on balanced three-phase systems 121
Annex E (informative) Explanation of emergency operation functions 122
Annex F (informative) Guide for the use of this part of IEC 60204 123
Annex G (informative) Comparison of typical conductor cross-sectional areas 125
Annex H (informative) Measures to reduce the effects of electromagnetic influences 127
H.1 Definitions 127
H.1.1 apparatus 127
H.1.2 fixed installation 127
H.2 General 127
H.3 Mitigation of electromagnetic interference (EMI) 128
H.3.1 General 128
H.3.2 Measures to reduce EMI 128
H.4 Separation and segregation of cables 129
H.5 Power supply of a machine by parallel sources 132
H.6 Supply impedance where a Power Drive System (PDS) is used 132
Annex I (informative) Documentation / Information 133
Bibliography 135

Figure 1 – Block diagram of a typical machine 14
Figure 2 – Disconnector isolator 33
Figure 3 – Disconnecting circuit breaker 33
Figure 4 – Example of equipotential bonding for electrical equipment of a machine 47

Figure 5 – Symbol IEC 60417-5019: Protective earth 50
Figure 6 – Symbol IEC 60417-5020: Frame or chassis 51
Figure 7 – Method a) Earthed control circuit fed by a transformer 62
Figure 8 – Method b1) Non-earthed control circuit fed by transformer 63
Figure 9 – Method b2) Non-earthed control circuit fed by transformer 63
Figure 10 – Method b3) Non-earthed control circuit fed by transformer 64
Figure 11 – Method c) Control circuits fed by transformer with an earthed centre-tap winding 65
Figure 12 – Method d1a) Control circuit without transformer connected between a phase and the neutral of an earthed supply system 66
Figure 13 – Method d1b) Control circuit without transformer connected between two phases of an earthed supply system 66
Figure 14 – Method d2a) Control circuit without transformer connected between phase and neutral of a non-earthed supply system 67
Figure 15 – Method d2b) control circuit without transformer connected between two phases of a non-earthed supply system 67
Figure 16 – Symbol IEC 60417-5019 84
Figure 17 – Symbol IEC 60417-5021 84
Figure 18 – Symbol ISO 7010-W012 94
Figure 19 – Symbol ISO 7010-W017 94
Figure A.1 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement in TN systems 105
Figure A.2 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement for power drive system circuits in TN systems 105
Figure A.3 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement in TT systems 108
Figure A.4 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement for power drive system circuits in TT systems 109
Figure D.1 – Methods of conductor and cable installation independent of number of conductors/cables 117
Figure D.2 – Parameters of conductors and protective devices 119
Figure H.1 – By-pass conductor for screen reinforcement 128
Figure H.2 – Examples of vertical separation and segregation 130
Figure H.3 – Examples of horizontal separation and segregation 130
Figure H.4 – Cable arrangements in metal cable trays 131
Figure H.5 – Connections between metal cable trays or cable trunking systems 131
Figure H.6 – Interruption of metal cable trays at fire barriers 132

Table 1 – Minimum cross-sectional area of copper protective conductors 31
Table 2 – Symbols for actuators (Power) 70
Table 3 – Symbols for actuators (Machine operation) 70
Table 4 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the machine 71
Table 5 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors 77
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 78

Table 7 – Derating factors for cables wound on drums 80
Table 8 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables 87
Table 9 – Application of the test methods for TN-systems 99
Table 10 – Examples of maximum cable lengths from protective devices to their loads for TN-systems 100
Table A.1 – Maximum disconnecting times for TN systems 102
Table A.2 – Maximum disconnecting time for TT-systems 107
Table D.1 – Correction factors 116
Table D.2 – Derating factors for I_Z for grouping 118
Table D.3 – Derating factors for I_Z for multicore cables up to 10 mm^2 118
Table D.4 – Classification of conductors 119
Table D.5 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions 120
Table F.1 – Application options 124
Table G.1 – Comparison of conductor sizes 125
Table H.1 – Minimum separation distances using metallic containment as illustrated in Figure H.2 129
Table I.1 – Documentation / Information that can be applicable 133

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 60204-1 edition 6.1 contains the sixth edition (2016-10) [documents 44/765/FDIS and 44/771/RVD] and its amendment 1 (2021-09) [documents 44/884/CDV and 44/913/RVC].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

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

This sixth edition 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.

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~~ which is coordinated with the earth electrode resistance 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: Disconnection of the neutral conductor is mandatory in TN-systems (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 mm^2 solid conductors within enclosures (USA).

12.2: The smallest power circuit conductor allowed on machines is 0,82 mm^2 (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 the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under 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/fixturing, software, and the documentation, constitute the machine, and that one or more machines working together with usually at least one level of supervisory control constitute a manufacturing cell or system.

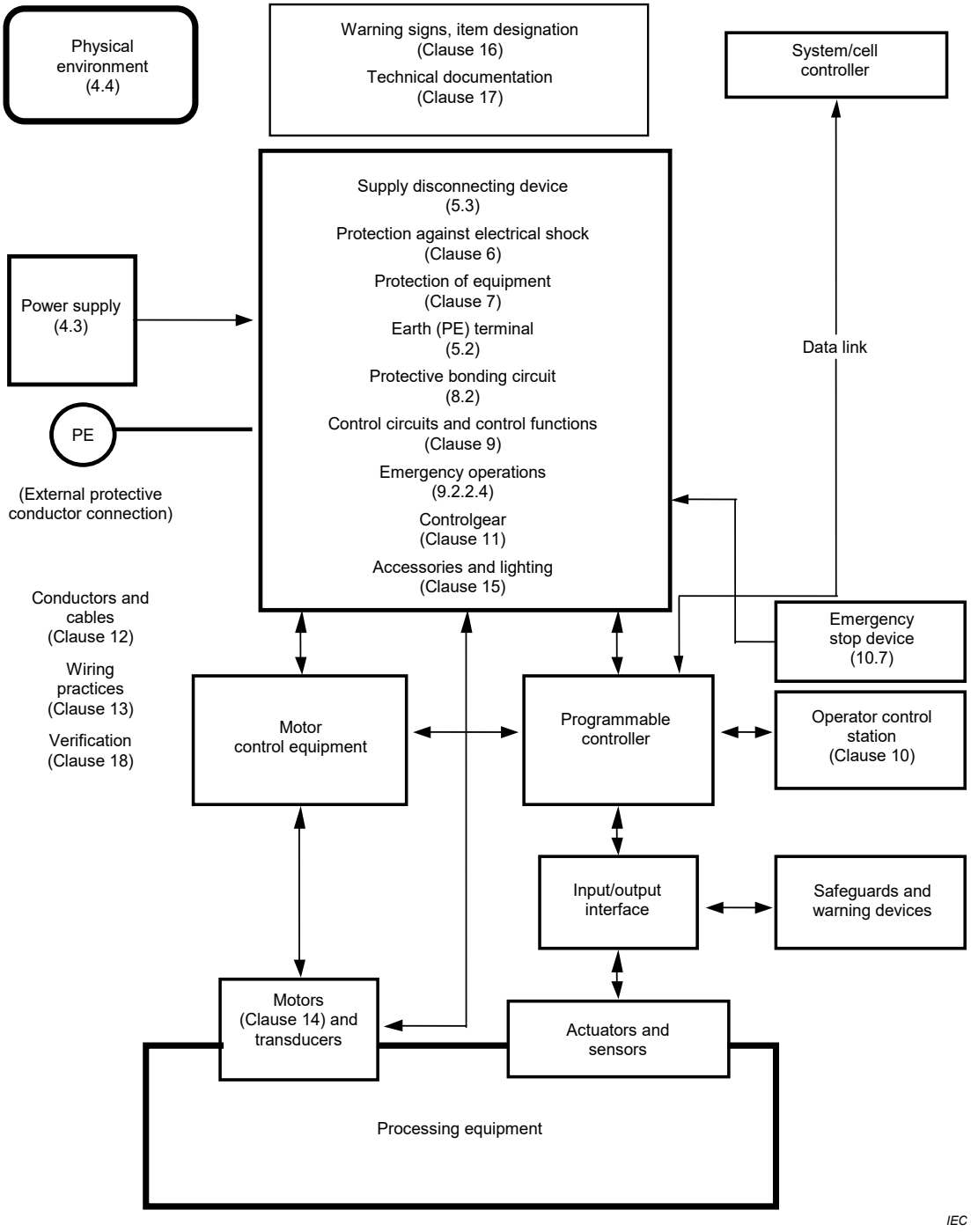


Figure 1 – Block diagram of a typical machine

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 60204 applies to 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 60364-4-41:2005/AMD1:2017

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 60364-5-53:2019, *Low-voltage electrical installations – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Devices for protection for safety, isolation, switching, control and monitoring*

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

IEC 60364-6:2016, *Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification*

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

IEC 60445:~~2010~~2017, *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~~2016, *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 61558-1:2017, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 1: General requirements and tests*

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~~2019, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*
ISO 7010:2019/AMD1:2020

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~~2015, *Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 148
INTRODUCTION 151
1 Domaine d’application 153
2 Références normatives 154
3 Termes, définitions et abréviations 156
3.1 Termes et définitions 156
3.2 Abréviations 165
4 Exigences générales 165
4.1 Généralités 165
4.2 Choix des équipements 166
4.2.1 Généralités 166
4.2.2 Appareillage de connexion 166
4.3 Alimentation électrique 167
4.3.1 Généralités 167
4.3.2 Alimentations en courant alternatif 167
4.3.3 Alimentations en courant continu 167
4.3.4 Systèmes d'alimentation spéciaux 167
4.4 Environnement physique et conditions de fonctionnement 168
4.4.1 Généralités 168
4.4.2 Compatibilité électromagnétique (CEM) 168
4.4.3 Température de l'air ambiant 168
4.4.4 Humidité 168
4.4.5 Altitude 168
4.4.6 Polluants 169
4.4.7 Rayonnements ionisants et non ionisants 169
4.4.8 Vibrations, chocs et coups 169
4.5 Transport et stockage 169
4.6 Dispositions pour la manutention 169
5 Bornes des conducteurs d'alimentation à l’arrivée et appareils de sectionnement et de coupure 169
5.1 Bornes des conducteurs d'alimentation à l’arrivée 169
5.2 Borne pour le raccordement du conducteur de protection externe 170
5.3 Appareil de sectionnement de l’alimentation 171
5.3.1 Généralités 171
5.3.2 Type 171
5.3.3 Exigences 171
5.3.4 Moyens de manœuvre de l'appareil de sectionnement de l'alimentation 172
5.3.5 Circuits exclus 173
5.4 Appareils de coupure de l'alimentation pour éviter un démarrage fortuit 173
5.5 Appareils de sectionnement pour l'équipement électrique 174
5.6 Protection contre une fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur 175
6 Protection contre les chocs électriques 175
6.1 Généralités 175
6.2 Protection principale 175
6.2.1 Généralités 175

6.2.2 Protection au moyen d'enveloppes 175
6.2.3 Protection par isolant des parties actives 177
6.2.4 Protection contre les tensions résiduelles 177
6.2.5 Protection par barrières 177
6.2.6 Protection par mise hors de portée ou protection par mise en place d'obstacles 177
6.3 Protection en cas de défaut 177
6.3.1 Généralités 177
6.3.2 Prévention contre l'apparition d'une tension de contact 178
6.3.3 Protection par coupure automatique de l'alimentation 178
6.4 Protection par l'utilisation de la TBTP 179
6.4.1 Exigences générales 179
6.4.2 Sources pour la TBTP 180
7 Protection de l'équipement 180
7.1 Généralités 180
7.2 Protection contre les surintensités 181
7.2.1 Généralités 181
7.2.2 Conducteurs d'alimentation 181
7.2.3 Circuits de puissance 181
7.2.4 Circuits de commande 181
7.2.5 Socles de prises de courant et conducteurs associés 182
7.2.6 Circuits d'éclairage 182
7.2.7 Transformateurs 182
7.2.8 Emplacement des dispositifs de protection contre les surintensités 182
7.2.9 Dispositifs de protection contre les surintensités 182
7.2.10 Calibrage et réglage des dispositifs de protection contre les surintensités 183
7.3 Protection des moteurs contre la surchauffe 183
7.3.1 Généralités 183
7.3.2 Protection contre les surcharges 183
7.3.3 Protection contre les températures excessives 184
7.4 Protection contre les températures anormales 184
7.5 Protection contre les effets de l'interruption de l'alimentation ou la réduction de la tension et leur rétablissement ultérieur 184
7.6 Protection contre la survitesse des moteurs 185
7.7 Protection supplémentaire contre les défauts à la terre/courants résiduels 185
7.8 Protection de l'ordre des phases 185
7.9 Protection contre les surtensions de foudre et de manœuvre 185
7.10 Courant assigné de court-circuit 185
8 Liaisons équipotentielles 186
8.1 Généralités 186
8.2 Circuit de protection 187
8.2.1 Généralités 187
8.2.2 Conducteurs de protection 188
8.2.3 Continuité du circuit de protection 189
8.2.4 Points de raccordement du conducteur de protection 189
8.2.5 Machines mobiles 190
8.2.6 Exigences supplémentaires pour un équipement électrique dont les courants de fuite à la terre sont supérieurs à 10 mA 190
8.3 Mesures pour limiter les effets d'un courant de fuite élevé 190

8.4 Liaisons fonctionnelles 191
9 Circuits de commande et fonctions de commande 191
9.1 Circuits de commande 191
9.1.1 Alimentation des circuits de commande 191
9.1.2 Tensions du circuit de commande 192
9.1.3 Protection 192
9.2 Fonctions de commande 192
9.2.1 Généralités 192
9.2.2 Catégories de fonctions d'arrêt 192
9.2.3 Fonctionnement 192
9.2.4 Système de commande sans fil (CCS) 196
9.3 Verrouillages de protection 198
9.3.1 Refermeture ou réarmement d'un moyen de protection avec dispositif de verrouillage 198
9.3.2 Dépassement des limites de fonctionnement 198
9.3.3 Mise en œuvre des fonctions auxiliaires 199
9.3.4 Interverrouillages entre opérations différentes et pour des mouvements contraires 199
9.3.5 Freinage par retour de courant 199
9.3.6 Neutralisation provisoire des fonctions de sécurité et/ou des mesures de protection 199
9.4 Fonctions de commande en cas de défaillance 200
9.4.1 Exigences générales 200
9.4.2 Mesures de réduction des risques en cas de défaillance 200
9.4.3 Protection contre les dysfonctionnements des circuits de commande 202
10 Interface opérateur et appareils de commande montés sur la machine 208
10.1 Généralités 208
10.1.1 Exigences générales 208
10.1.2 Emplacement et montage 208
10.1.3 Protection 208
10.1.4 Capteurs de position 209
10.1.5 Postes de commande portables et pendants 209
10.2 Organes de commande 209
10.2.1 Couleurs 209
10.2.2 Marquages 210
10.3 Voyants lumineux de signalisation et dispositifs d'affichage 210
10.3.1 Généralités 210
10.3.2 Couleurs 211
10.3.3 Voyants lumineux et dispositifs d'affichage clignotants 211
10.4 Boutons-poussoirs lumineux 212
10.5 Appareils de commande rotatifs 212
10.6 Appareils de mise en marche 212
10.7 Appareils d'arrêt d'urgence 212
10.7.1 Emplacement des appareils d'arrêt d'urgence 212
10.7.2 Types d'appareils d'arrêt d'urgence 212
10.7.3 Manœuvre de l'appareil de sectionnement de l'alimentation pour effectuer un arrêt d'urgence 212
10.8 Appareils de coupure d'urgence 213
10.8.1 Emplacement des appareils de coupure d'urgence 213
10.8.2 Types d'appareils de coupure d'urgence 213

10.8.3 Manœuvre locale de l'appareil de sectionnement de l'alimentation pour effectuer une coupure d'urgence 213
10.9 Appareil de commande de validation 213
11 Appareillages de commande: emplacement, montage et enveloppes 214
11.1 Exigences générales 214
11.2 Emplacement et montage 214
11.2.1 Accessibilité et maintenance 214
11.2.2 Séparation physique ou groupage 214
11.2.3 Effets de la chaleur 215
11.3 Degrés de protection 215
11.4 Enveloppes, portes et ouvertures 216
11.5 Accès à l'équipement électrique 217
12 Conducteurs et câbles 217
12.1 Exigences générales 217
12.2 Conducteurs 217
12.3 Isolant 218
12.4 Courant maximal admissible en fonctionnement normal 219
12.5 Chute de tension dans les câbles et conducteurs 220
12.6 Câbles souples 220
12.6.1 Généralités 220
12.6.2 Dimensionnement mécanique 220
12.6.3 Courant maximal admissible des câbles enroulés sur des tambours 221
12.7 Câbles conducteurs, barres conductrices et ensembles de bagues collectrices 221
12.7.1 Protection principale 221
12.7.2 Conducteurs de protection 222
12.7.3 Collecteurs de courant du conducteur de protection 222
12.7.4 Collecteurs de courant démontables avec fonction de sectionnement 222
12.7.5 Distances d'isolement dans l'air 222
12.7.6 Lignes de fuite 222
12.7.7 Subdivision du système conducteur 223
12.7.8 Construction et installation des systèmes à câbles conducteurs, à barres conductrices et des ensembles de bagues collectrices 223
13 Pratiques du câblage 223
13.1 Raccordement et cheminement 223
13.1.1 Exigences générales 223
13.1.2 Cheminement des conducteurs et des câbles 224
13.1.3 Conducteurs appartenant à des circuits différents 225
13.1.4 Circuits à courant alternatif – Effets électromagnétiques (prévention des courants de Foucault) 225
13.1.5 Raccordement entre le détecteur et le convertisseur détecteur d'un système d'alimentation à induction 225
13.2 Identification des conducteurs 225
13.2.1 Exigences générales 225
13.2.2 Identification du conducteur de protection/ conducteur de liaison de protection 226
13.2.3 Identification du conducteur neutre 226
13.2.4 Identification par la couleur 227
13.3 Câblage à l'intérieur des enveloppes 227
13.4 Câblage à l'extérieur des enveloppes 228

13.4.1 Exigences générales 228
13.4.2 Canalisations externes 228
13.4.3 Raccordement aux éléments mobiles de la machine 228
13.4.4 Interconnexion des appareils sur la machine 229
13.4.5 Ensembles fiche-prise 230
13.4.6 Démontage pour le transport 230
13.4.7 Conducteurs supplémentaires 231
13.5 Canalisations, boîtiers de connexion et autres boîtiers 231
13.5.1 Exigences générales 231
13.5.2 Conduit métallique rigide et accessoires 231
13.5.3 Conduit métallique souple et accessoires 232
13.5.4 Conduit non métallique souple et accessoires 232
13.5.5 Système de goulottes 232
13.5.6 Compartiments de machine et systèmes de goulottes 232
13.5.7 Boîtiers de connexion et autres boîtiers 232
13.5.8 Boîtiers de connexion de moteur 233
14 Moteurs électriques et équipements associés 233
14.1 Exigences générales 233
14.2 Enveloppes des moteurs 233
14.3 Dimensions des moteurs 233
14.4 Montage des moteurs et compartiments moteurs 233
14.5 Critères de choix des moteurs 234
14.6 Dispositifs de protection pour les freins mécaniques 234
15 Socles de prises de courant et éclairage 234
15.1 Socles de prises de courant pour les accessoires 234
15.2 Éclairage local de la machine et de l'équipement 235
15.2.1 Généralités 235
15.2.2 Alimentation 235
15.2.3 Protection 235
15.2.4 Accessoires 235
16 Marquages, panneaux d'avertissement et désignations de référence 236
16.1 Généralités 236
16.2 Panneaux d'avertissement 236
16.2.1 Danger de choc électrique 236
16.2.2 Danger lié aux surfaces chaudes 236
16.3 Identification fonctionnelle 237
16.4 Marquage des enveloppes des équipements électriques 237
16.5 Désignations de référence 237
17 Documentation technique 237
17.1 Généralités 237
17.2 Informations relatives à l'équipement électrique 238
18 Vérification 239
18.1 Généralités 239
18.2 Vérification des conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation 240
18.2.1 Généralités 240
18.2.2 Essai 1 – Vérification de la continuité du circuit de protection 240
18.2.3 Essai 2 – Vérification de l'impédance de boucle de défaut et aptitude du dispositif de protection contre les surintensités associé 240

18.2.4 Application des méthodes d'essai aux schémas TN 241
18.3 Essais de résistance d'isolement 243
18.4 Essais de tension 243
18.5 Protection contre les tensions résiduelles 244
18.6 Essais de fonctionnement 244
18.7 Contre-essais 244
Annexe A (normative) Protection en cas de défaut par coupure automatique de l'alimentation 245
A.1 Protection en cas de défaut pour les machines alimentées par les schémas TN 245
A.1.1 Généralités 245
A.1.2 Conditions pour la protection par coupure automatique de l'alimentation par des dispositifs de protection contre les surintensités 246
A.1.3 Condition pour la protection par diminution de la tension de contact en dessous de 50 V 246
A.1.4 Vérification des conditions pour la protection par coupure automatique de l'alimentation 247
A.2 Protection en cas de défaut pour les machines alimentées par les schémas TT 249
A.2.1 Connexion à la terre 249
A.2.2 Protection en cas de défaut pour les schémas TT 249
A.2.3 Vérification de la protection par coupure automatique de l'alimentation au moyen d'un dispositif différentiel résiduel 251
A.2.4 Mesurage de l'impédance de boucle de défaut (Z_S) 251
Annexe B (informative) Questionnaire concernant l'équipement électrique des machines 253
Annexe C (informative) Exemples de machines couvertes par la présente partie de l'IEC 60204 257
Annexe D (informative) Courant maximal admissible et protection contre les surintensités des conducteurs et câbles dans les équipements électriques des machines 259
D.1 Généralités 259
D.2 Conditions générales de fonctionnement 259
D.2.1 Température de l'air ambiant 259
D.2.2 Méthodes d'installation 259
D.2.3 Groupement 260
D.2.4 Classification des conducteurs 261
D.3 Coordination entre les conducteurs et les dispositifs de protection assurant une protection contre les surcharges 262
D.4 Protection des conducteurs contre les surintensités 263
D.5 Effets des courants harmoniques dans les systèmes triphasés équilibrés 264
Annexe E (informative) Explication sur les fonctions de manœuvre d'urgence 265
Annexe F (informative) Guide pour l'utilisation de la présente partie de l'IEC 60204 266
Annexe G (informative) Comparaison des sections typiques de conducteurs 268
Annexe H (informative) Mesures de réduction des effets des influences électromagnétiques 270
H.1 Définitions 270
H.1.1 appareil 270
H.1.2 installation fixe 270
H.2 Généralités 270
H.3 Réduction du brouillage électromagnétique (EMI) 271

H.3.1 Généralités 271
H.3.2 Mesures de réduction de l'EMI 271
H.4 Séparation et différenciation des câbles 272
H.5 Alimentation d'une machine par des sources parallèles 275
H.6 Impédance d'alimentation en cas d'utilisation d'un entraînement électrique de puissance (PDS) 275
Annexe I (informative) Documentation / Information 276
Bibliographie 278

Figure 1 – Schéma d'ensemble d'une machine type 152
Figure 2 – Sectionneur 172
Figure 3 – Disjoncteur de sectionnement 173
Figure 4 – Exemple de liaison équipotentielle pour l'équipement électrique d'une machine 187
Figure 5 – Symbole IEC 60417-5019: Terre de protection 190
Figure 6 – Symbole IEC 60417-5020: Masse ou châssis 191
Figure 7 – Méthode a) Circuit de commande mis à la terre alimenté par un transformateur 202
Figure 8 – Méthode b1) Circuit de commande non mis à la terre alimenté par un transformateur 203
Figure 9 – Méthode b2) Circuit de commande non mis à la terre alimenté par un transformateur 204
Figure 10 – Méthode b3) Circuit de commande non mis à la terre alimenté par un transformateur 204
Figure 11 – Méthode c) Circuits de commande alimentés par un transformateur avec un enroulement à prise centrale de mise à la terre 205
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 206
Figure 13 – Méthode d1b) Circuit de commande sans transformateur relié entre deux phases d'un réseau d'alimentation mis à la terre 206
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 207
Figure 15 – Méthode d2b) Circuit de commande sans transformateur relié entre deux phases d'un réseau d'alimentation non mis à la terre 207
Figure 16 – Symbole IEC 60417-5019 226
Figure 17 – Symbole IEC 60417-5021 226
Figure 18 – Symbole ISO 7010-W012 236
Figure 19 – Symbole ISO 7010-W017 237
Figure A.1 – Disposition typique de mesure de l'impédance de boucle de défaut (Z_S) dans les schémas TN 248
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 248
Figure A.3 – Disposition typique de mesure de l'impédance de boucle de défaut (Z_S) dans les schémas TT 252
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 252
Figure D.1 – Méthodes d'installation des conducteurs et câbles indépendamment du nombre de conducteurs/câbles 260
Figure D.2 – Paramètres des conducteurs et dispositifs de protection 262

Figure H.1 – Conducteur de dérivation pour le renforcement du blindage 271
Figure H.2 – Exemples de séparation verticale et de différenciation 273
Figure H.3 – Exemples de séparation horizontale et de différenciation 273
Figure H.4 – Dispositions des câbles dans des chemins de câbles métalliques 274
Figure H.5 – Connexions entre les chemins de câbles ou les systèmes de goulottes métalliques 275
Figure H.6 – Interruption des chemins de câbles métalliques au niveau des pare-feu 275

Tableau 1 – Section minimale des conducteurs de protection en cuivre 170
Tableau 2 – Symboles pour organes de commande (Alimentation) 210
Tableau 3 – Symboles pour organes de commande (Fonctionnement de la machine) 210
Tableau 4 – Couleurs des voyants lumineux de signalisation et leur signification en fonction de l'état de la machine 211
Tableau 5 – Sections minimales des conducteurs en cuivre 218
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 219
Tableau 7 – Facteurs de réduction pour des câbles enroulés sur tambours 221
Tableau 8 – Rayon minimal de courbure admis pour le guidage forcé de câbles souples 229
Tableau 9 – Application des méthodes d'essai aux schémas TN 241
Tableau 10 – Exemples de longueurs de câbles maximales entre les dispositifs de protection et leurs charges pour les schémas TN 242
Tableau A.1 – Temps de coupure maximal pour les schémas TN 245
Tableau A.2 – Temps de coupure maximal pour les schémas TT 250
Tableau D.1 – Facteurs de correction 259
Tableau D.2 – Facteurs de réduction de I_Z pour groupement 261
Tableau D.3 – Facteurs de réduction de I_Z pour les câbles multiconducteurs jusqu'à 10 mm^2 261
Tableau D.4 – Classification des conducteurs 261
Tableau D.5 – Températures maximales admissibles du conducteur dans des conditions normales et des conditions de court-circuit 263
Tableau F.1 – Options d'utilisation 267
Tableau G.1 – Comparaison des dimensions de conducteurs 268
Tableau H.1 – Distances de séparation minimales utilisant une enceinte de confinement métallique comme représenté à la Figure H.2 272
Tableau I.1 – Documentation / Information qui peuvent être applicables 276

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.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 60204-1 édition 6.1 contient la sixième édition (2016-10) [documents 44/765/FDIS et 44/771/RVD] et son amendement 1 (2021-09) [documents 44/884/CDV et 44/913/RVC].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

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 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.

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~~ qui est coordonné avec la résistance de l'électrode de terre 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: La coupure du conducteur neutre est obligatoire dans les schémas TN (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 mm^2 dans les enveloppes (États-Unis).

12.2: Le conducteur de circuit de puissance le plus faible admis sur les machines est de 0,82 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, 5ème 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 $U_o \geq 300$ V, R_A doit être inférieure à 10 Ω, lorsque $U_o < 300$ V, R_A doit être inférieure à 100 Ω, 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 83 Ω (Pays-Bas).

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

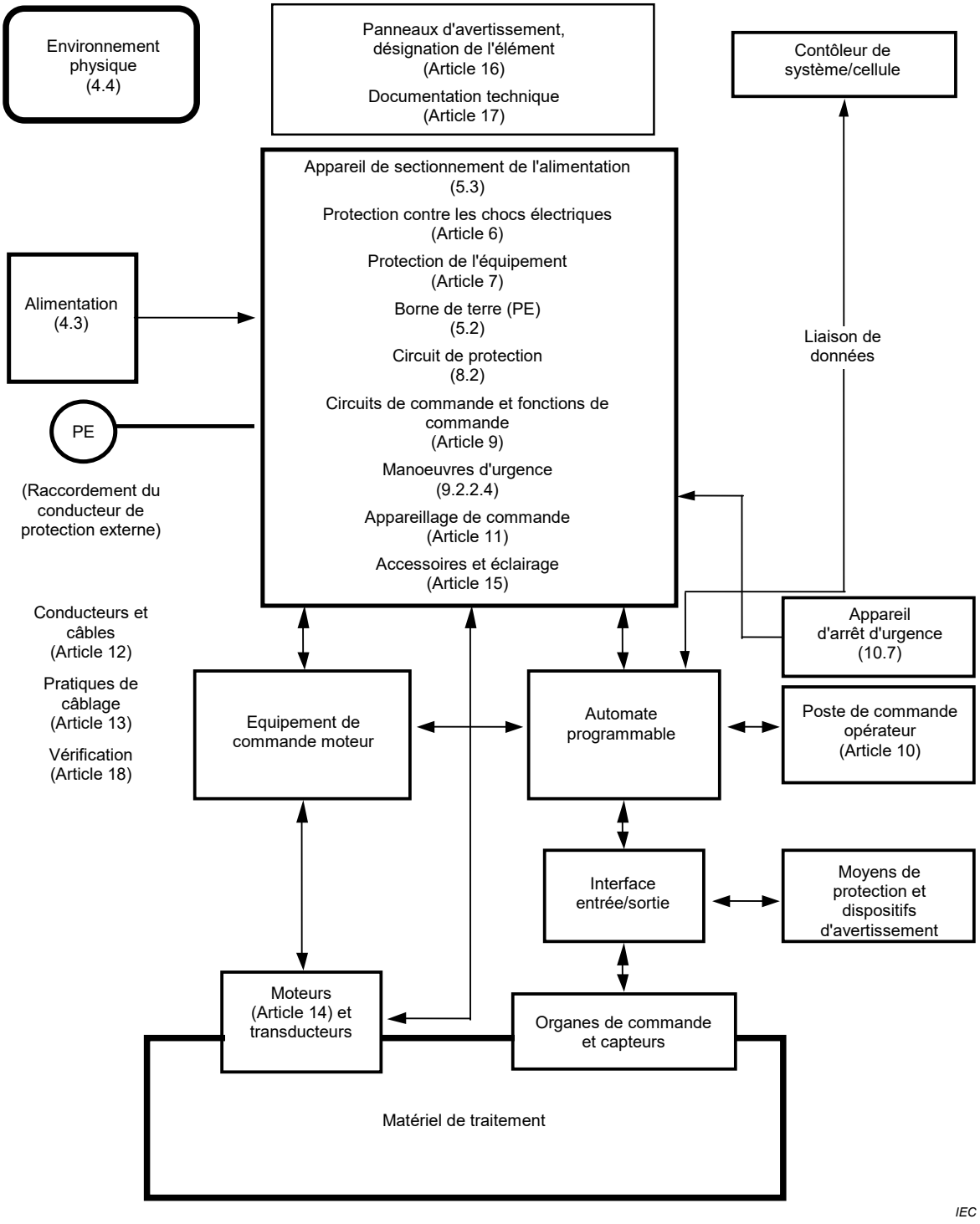


Figure 1 – Schéma d'ensemble d'une machine type

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 60364-4-41:2005/AMD1:2017

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 60364-5-53:2019, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Dispositifs de protection pour assurer la sécurité, le sectionnement, la coupure, la commande et la surveillance*

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 60364-6:2016, *Installations électriques à basse tension – Partie 6: Vérification*

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

IEC 60445:~~2010~~2017, *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~~2016, *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 61558-1:2017, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments – Partie 1: Exigences générales et essais*

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~~2019, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés*
ISO 7010:2019/AMD1:2020

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~~2015, *Sécurité des machines – ~~Fonction d'~~ Arrêt d'urgence – Principes de conception*

IEC 60204-1

Edition 6.1 2021-09
CONSOLIDATED VERSION

FINAL VERSION

VERSION FINALE

colour inside

Safety of machinery –
Part 1: General requirements

Sécurité des machines –
Partie 1: Exigences générales



IEC 60204-1:2016-10+AMD1:2021-09 CSV(en-fr)

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 46
8.1 General 46
8.2 Protective bonding circuit 48
8.2.1 General 48
8.2.2 Protective conductors 48
8.2.3 Continuity of the protective bonding circuit 49
8.2.4 Protective conductor connecting points 50
8.2.5 Mobile machines 50
8.2.6 Additional requirements for electrical equipment having earth leakage currents higher than 10 mA 50
8.3 Measures to restrict the effects of high leakage current 51
8.4 Functional bonding 51
9 Control circuits and control functions 51

9.1 Control circuits 51
9.1.1 Control circuit supply 51
9.1.2 Control circuit voltages 52
9.1.3 Protection 52
9.2 Control functions 52
9.2.1 General 52
9.2.2 Categories of stop functions 52
9.2.3 Operation 52
9.2.4 Cableless control system (CCS) 56
9.3 Protective interlocks 58
9.3.1 Reclosing or resetting of an interlocking safeguard 58
9.3.2 Exceeding operating limits 58
9.3.3 Operation of auxiliary functions 58
9.3.4 Interlocks between different operations and for contrary motions 58
9.3.5 Reverse current braking 58
9.3.6 Suspension of safety functions and/or protective measures 59
9.4 Control functions in the event of failure 59
9.4.1 General requirements 59
9.4.2 Measures to minimize risk in the event of failure 60
9.4.3 Protection against malfunction of control circuits 61
10 Operator interface and machine-mounted control devices 68
10.1 General 68
10.1.1 General requirements 68
10.1.2 Location and mounting 68
10.1.3 Protection 68
10.1.4 Position sensors 68
10.1.5 Portable and pendant control stations 69
10.2 Actuators 69
10.2.1 Colours 69
10.2.2 Markings 69
10.3 Indicator lights and displays 70
10.3.1 General 70
10.3.2 Colours 70
10.3.3 Flashing lights and displays 71
10.4 Illuminated push-buttons 71
10.5 Rotary control devices 71
10.6 Start devices 71
10.7 Emergency stop devices 72
10.7.1 Location of emergency stop devices 72
10.7.2 Types of emergency stop device 72
10.7.3 Operation of the supply disconnecting device to effect emergency stop 72
10.8 Emergency switching off devices 72
10.8.1 Location of emergency switching off devices 72
10.8.2 Types of emergency switching off device 72
10.8.3 Local operation of the supply disconnecting device to effect emergency switching off 73
10.9 Enabling control device 73
11 Controlgear: location, mounting, and enclosures 73
11.1 General requirements 73

11.2 Location and mounting 73
11.2.1 Accessibility and maintenance 73
11.2.2 Physical separation or grouping 74
11.2.3 Heating effects 74
11.3 Degrees of protection 75
11.4 Enclosures, doors and openings 75
11.5 Access to electrical equipment 76
12 Conductors and cables 76
12.1 General requirements 76
12.2 Conductors 76
12.3 Insulation 77
12.4 Current-carrying capacity in normal service 77
12.5 Conductor and cable voltage drop 78
12.6 Flexible cables 79
12.6.1 General 79
12.6.2 Mechanical rating 79
12.6.3 Current-carrying capacity of cables wound on drums 79
12.7 Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies 80
12.7.1 Basic protection 80
12.7.2 Protective conductors 80
12.7.3 Protective conductor current collectors 80
12.7.4 Removable current collectors with a disconnector function 81
12.7.5 Clearances in air 81
12.7.6 Creepage distances 81
12.7.7 Conductor system sectioning 81
12.7.8 Construction and installation of conductor wire, conductor bar systems and slip-ring assemblies 81
13 Wiring practices 82
13.1 Connections and routing 82
13.1.1 General requirements 82
13.1.2 Conductor and cable runs 82
13.1.3 Conductors of different circuits 83
13.1.4 AC circuits – Electromagnetic effects (prevention of eddy currents) 83
13.1.5 Connection between pick-up and pick-up converter of an inductive power supply system 83
13.2 Identification of conductors 83
13.2.1 General requirements 83
13.2.2 Identification of the protective conductor / protective bonding conductor 84
13.2.3 Identification of the neutral conductor 84
13.2.4 Identification by colour 85
13.3 Wiring inside enclosures 85
13.4 Wiring outside enclosures 86
13.4.1 General requirements 86
13.4.2 External ducts 86
13.4.3 Connection to moving elements of the machine 86
13.4.4 Interconnection of devices on the machine 87
13.4.5 Plug/socket combinations 87
13.4.6 Dismantling for shipment 88
13.4.7 Additional conductors 88

13.5 Ducts, connection boxes and other boxes 88
13.5.1 General requirements 88
13.5.2 Rigid metal conduit and fittings 89
13.5.3 Flexible metal conduit and fittings 89
13.5.4 Flexible non-metallic conduit and fittings 89
13.5.5 Cable trunking systems 89
13.5.6 Machine compartments and cable trunking systems 90
13.5.7 Connection boxes and other boxes 90
13.5.8 Motor connection boxes 90
14 Electric motors and associated equipment 90
14.1 General requirements 90
14.2 Motor enclosures 90
14.3 Motor dimensions 91
14.4 Motor mounting and compartments 91
14.5 Criteria for motor selection 91
14.6 Protective devices for mechanical brakes 91
15 Socket-outlets and lighting 92
15.1 Socket-outlets for accessories 92
15.2 Local lighting of the machine and of the equipment 92
15.2.1 General 92
15.2.2 Supply 92
15.2.3 Protection 93
15.2.4 Fittings 93
16 Marking, warning signs and reference designations 93
16.1 General 93
16.2 Warning signs 93
16.2.1 Electric shock hazard 93
16.2.2 Hot surfaces hazard 94
16.3 Functional identification 94
16.4 Marking of enclosures of electrical equipment 94
16.5 Reference designations 95
17 Technical documentation 95
17.1 General 95
17.2 Information related to the electrical equipment 95
18 Verification 96
18.1 General 96
18.2 Verification of conditions for protection by automatic disconnection of supply 97
18.2.1 General 97
18.2.2 Test 1 – Verification of the continuity of the protective bonding circuit 97
18.2.3 Test 2 – Fault loop impedance verification and suitability of the associated overcurrent protective device 97
18.2.4 Application of the test methods for TN-systems 98
18.3 Insulation resistance tests 100
18.4 Voltage tests 101
18.5 Protection against residual voltages 101
18.6 Functional tests 101
18.7 Retesting 101
Annex A (normative) Fault protection by automatic disconnection of supply 102

A.1 Fault protection for machines supplied from TN-systems 102
A.1.1 General 102
A.1.2 Conditions for protection by automatic disconnection of the supply by overcurrent protective devices 102
A.1.3 Condition for protection by reducing the touch voltage below 50 V 103
A.1.4 Verification of conditions for protection by automatic disconnection of the supply 104
A.2 Fault protection for machines supplied from TT-systems 106
A.2.1 Connection to earth 106
A.2.2 Fault protection for TT systems 106
A.2.3 Verification of protection by automatic disconnection of supply using a residual current protective device 107
A.2.4 Measurement of the fault loop impedance (Z_S) 108
Annex B (informative) Enquiry form for the electrical equipment of machines 110
Annex C (informative) Examples of machines covered by this part of IEC 60204 114
Annex D (informative) Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines 116
D.1 General 116
D.2 General operating conditions 116
D.2.1 Ambient air temperature 116
D.2.2 Methods of installation 116
D.2.3 Grouping 118
D.2.4 Classification of conductors 119
D.3 Co-ordination between conductors and protective devices providing overload protection 119
D.4 Overcurrent protection of conductors 120
D.5 Effect of harmonic currents on balanced three-phase systems 121
Annex E (informative) Explanation of emergency operation functions 122
Annex F (informative) Guide for the use of this part of IEC 60204 123
Annex G (informative) Comparison of typical conductor cross-sectional areas 125
Annex H (informative) Measures to reduce the effects of electromagnetic influences 127
H.1 Definitions 127
H.1.1 apparatus 127
H.1.2 fixed installation 127
H.2 General 127
H.3 Mitigation of electromagnetic interference (EMI) 128
H.3.1 General 128
H.3.2 Measures to reduce EMI 128
H.4 Separation and segregation of cables 129
H.5 Power supply of a machine by parallel sources 132
H.6 Supply impedance where a Power Drive System (PDS) is used 132
Annex I (informative) Documentation / Information 133
Bibliography 135

Figure 1 – Block diagram of a typical machine 14
Figure 2 – Disconnector isolator 33
Figure 3 – Disconnecting circuit breaker 33
Figure 4 – Example of equipotential bonding for electrical equipment of a machine 47

Figure 5 – Symbol IEC 60417-5019: Protective earth 50
Figure 6 – Symbol IEC 60417-5020: Frame or chassis 51
Figure 7 – Method a) Earthed control circuit fed by a transformer 62
Figure 8 – Method b1) Non-earthed control circuit fed by transformer 63
Figure 9 – Method b2) Non-earthed control circuit fed by transformer 63
Figure 10 – Method b3) Non-earthed control circuit fed by transformer 64
Figure 11 – Method c) Control circuits fed by transformer with an earthed centre-tap winding 65
Figure 12 – Method d1a) Control circuit without transformer connected between a phase and the neutral of an earthed supply system 66
Figure 13 – Method d1b) Control circuit without transformer connected between two phases of an earthed supply system 66
Figure 14 – Method d2a) Control circuit without transformer connected between phase and neutral of a non-earthed supply system 67
Figure 15 – Method d2b) control circuit without transformer connected between two phases of a non-earthed supply system 67
Figure 16 – Symbol IEC 60417-5019 84
Figure 17 – Symbol IEC 60417-5021 84
Figure 18 – Symbol ISO 7010-W012 94
Figure 19 – Symbol ISO 7010-W017 94
Figure A.1 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement in TN systems 105
Figure A.2 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement for power drive system circuits in TN systems 105
Figure A.3 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement in TT systems 108
Figure A.4 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement for power drive system circuits in TT systems 109
Figure D.1 – Methods of conductor and cable installation independent of number of conductors/cables 117
Figure D.2 – Parameters of conductors and protective devices 119
Figure H.1 – By-pass conductor for screen reinforcement 128
Figure H.2 – Examples of vertical separation and segregation 130
Figure H.3 – Examples of horizontal separation and segregation 130
Figure H.4 – Cable arrangements in metal cable trays 131
Figure H.5 – Connections between metal cable trays or cable trunking systems 131
Figure H.6 – Interruption of metal cable trays at fire barriers 132

Table 1 – Minimum cross-sectional area of copper protective conductors 31
Table 2 – Symbols for actuators (Power) 70
Table 3 – Symbols for actuators (Machine operation) 70
Table 4 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the machine 71
Table 5 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors 77
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 78

Table 7 – Derating factors for cables wound on drums 80
Table 8 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables 87
Table 9 – Application of the test methods for TN-systems 99
Table 10 – Examples of maximum cable lengths from protective devices to their loads for TN-systems 100
Table A.1 – Maximum disconnecting times for TN systems 102
Table A.2 – Maximum disconnecting time for TT-systems 107
Table D.1 – Correction factors 116
Table D.2 – Derating factors for I_Z for grouping 118
Table D.3 – Derating factors for I_Z for multicore cables up to 10 mm^2 118
Table D.4 – Classification of conductors 119
Table D.5 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions 120
Table F.1 – Application options 124
Table G.1 – Comparison of conductor sizes 125
Table H.1 – Minimum separation distances using metallic containment as illustrated in Figure H.2 129
Table I.1 – Documentation / Information that can be applicable 133

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 60204-1 edition 6.1 contains the sixth edition (2016-10) [documents 44/765/FDIS and 44/771/RVD] and its amendment 1 (2021-09) [documents 44/884/CDV and 44/913/RVC].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

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

This sixth edition 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.

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 which is coordinated with the earth electrode resistance 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).

7.2.3: Disconnection of the neutral conductor is mandatory in TN-systems (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 mm^2 solid conductors within enclosures (USA).

12.2: The smallest power circuit conductor allowed on machines is 0,82 mm^2 (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 the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under 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/fixturing, software, and the documentation, constitute the machine, and that one or more machines working together with usually at least one level of supervisory control constitute a manufacturing cell or system.

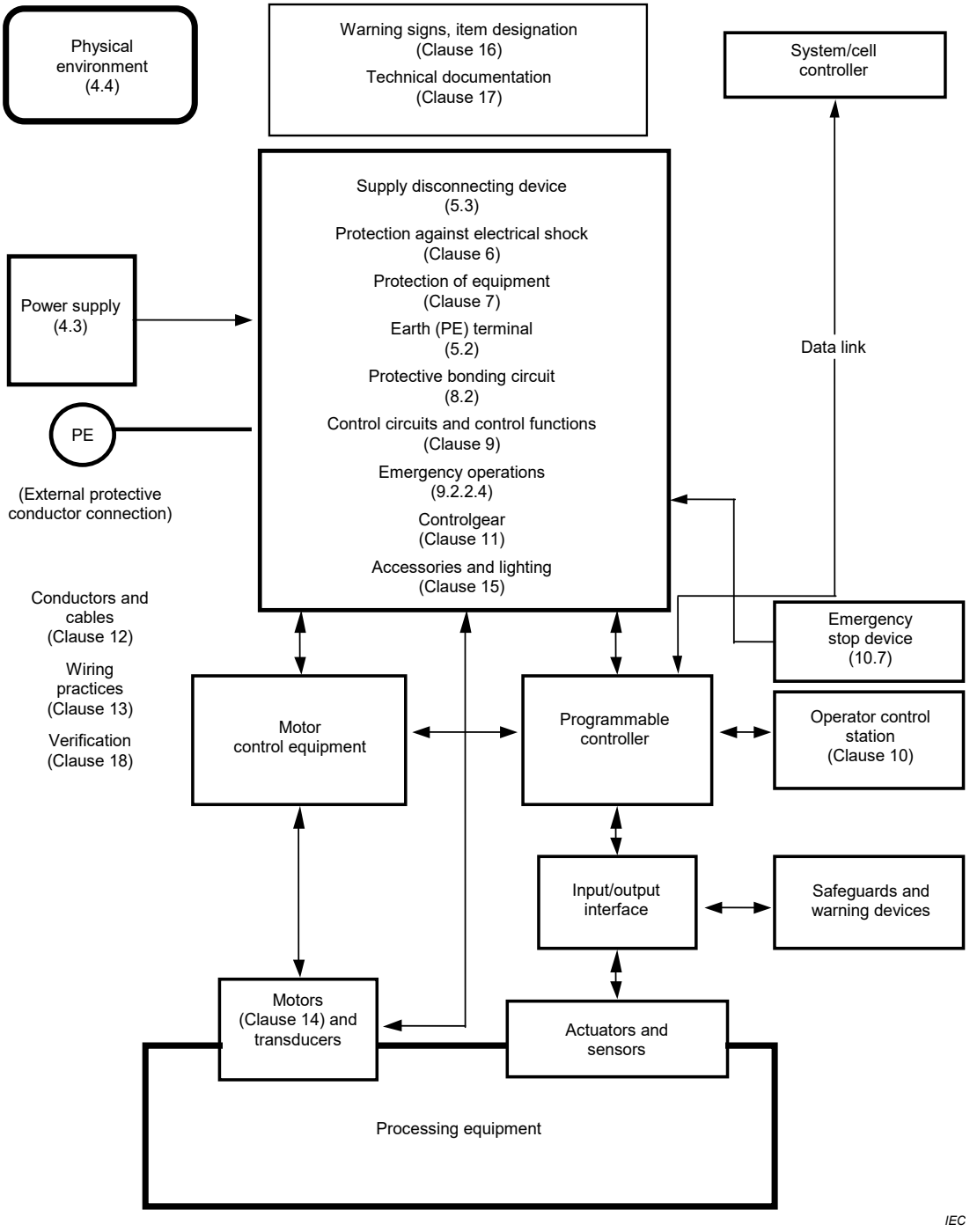


Figure 1 – Block diagram of a typical machine

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 60204 applies to 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 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 60364-4-41:2005/AMD1:2017

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 60364-5-53:2019, *Low-voltage electrical installations – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Devices for protection for safety, isolation, switching, control and monitoring*

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

IEC 60364-6:2016, *Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification*

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

IEC 60445:2017, *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 60947-5-1:2016, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

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 61558-1:2017, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 1: General requirements and tests*

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 7010:2019, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*
ISO 7010:2019/AMD1:2020

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 13850:2015, *Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 148
INTRODUCTION 151
1 Domaine d'application 153
2 Références normatives 154
3 Termes, définitions et abréviations 156
3.1 Termes et définitions 156
3.2 Abréviations 165
4 Exigences générales 165
4.1 Généralités 165
4.2 Choix des équipements 166
4.2.1 Généralités 166
4.2.2 Appareillage de connexion 166
4.3 Alimentation électrique 166
4.3.1 Généralités 166
4.3.2 Alimentations en courant alternatif 167
4.3.3 Alimentations en courant continu 167
4.3.4 Systèmes d'alimentation spéciaux 167
4.4 Environnement physique et conditions de fonctionnement 167
4.4.1 Généralités 167
4.4.2 Compatibilité électromagnétique (CEM) 167
4.4.3 Température de l'air ambiant 168
4.4.4 Humidité 168
4.4.5 Altitude 168
4.4.6 Polluants 168
4.4.7 Rayonnements ionisants et non ionisants 168
4.4.8 Vibrations, chocs et coups 169
4.5 Transport et stockage 169
4.6 Dispositions pour la manutention 169
5 Bornes des conducteurs d'alimentation à l'arrivée et appareils de sectionnement et de coupure 169
5.1 Bornes des conducteurs d'alimentation à l'arrivée 169
5.2 Borne pour le raccordement du conducteur de protection externe 170
5.3 Appareil de sectionnement de l'alimentation 170
5.3.1 Généralités 170
5.3.2 Type 170
5.3.3 Exigences 171
5.3.4 Moyens de manœuvre de l'appareil de sectionnement de l'alimentation 171
5.3.5 Circuits exclus 172
5.4 Appareils de coupure de l'alimentation pour éviter un démarrage fortuit 173
5.5 Appareils de sectionnement pour l'équipement électrique 174
5.6 Protection contre une fermeture non autorisée, par inadvertance et/ou par erreur 174
6 Protection contre les chocs électriques 174
6.1 Généralités 174
6.2 Protection principale 175
6.2.1 Généralités 175

6.2.2 Protection au moyen d'enveloppes 175
6.2.3 Protection par isolant des parties actives 176
6.2.4 Protection contre les tensions résiduelles 176
6.2.5 Protection par barrières 177
6.2.6 Protection par mise hors de portée ou protection par mise en place d'obstacles 177
6.3 Protection en cas de défaut 177
6.3.1 Généralités 177
6.3.2 Prévention contre l'apparition d'une tension de contact 177
6.3.3 Protection par coupure automatique de l'alimentation 178
6.4 Protection par l'utilisation de la TBTP 179
6.4.1 Exigences générales 179
6.4.2 Sources pour la TBTP 179
7 Protection de l'équipement 180
7.1 Généralités 180
7.2 Protection contre les surintensités 180
7.2.1 Généralités 180
7.2.2 Conducteurs d'alimentation 180
7.2.3 Circuits de puissance 180
7.2.4 Circuits de commande 181
7.2.5 Socles de prises de courant et conducteurs associés 181
7.2.6 Circuits d'éclairage 181
7.2.7 Transformateurs 181
7.2.8 Emplacement des dispositifs de protection contre les surintensités 182
7.2.9 Dispositifs de protection contre les surintensités 182
7.2.10 Calibrage et réglage des dispositifs de protection contre les surintensités 182
7.3 Protection des moteurs contre la surchauffe 182
7.3.1 Généralités 182
7.3.2 Protection contre les surcharges 183
7.3.3 Protection contre les températures excessives 183
7.4 Protection contre les températures anormales 183
7.5 Protection contre les effets de l'interruption de l'alimentation ou la réduction de la tension et leur rétablissement ultérieur 184
7.6 Protection contre la survitesse des moteurs 184
7.7 Protection supplémentaire contre les défauts à la terre/courants résiduels 184
7.8 Protection de l'ordre des phases 184
7.9 Protection contre les surtensions de foudre et de manœuvre 185
7.10 Courant assigné de court-circuit 185
8 Liaisons équipotentielles 185
8.1 Généralités 185
8.2 Circuit de protection 187
8.2.1 Généralités 187
8.2.2 Conducteurs de protection 187
8.2.3 Continuité du circuit de protection 188
8.2.4 Points de raccordement du conducteur de protection 189
8.2.5 Machines mobiles 189
8.2.6 Exigences supplémentaires pour un équipement électrique dont les courants de fuite à la terre sont supérieurs à 10 mA 190
8.3 Mesures pour limiter les effets d'un courant de fuite élevé 190

8.4 Liaisons fonctionnelles 190
9 Circuits de commande et fonctions de commande 191
9.1 Circuits de commande 191
9.1.1 Alimentation des circuits de commande 191
9.1.2 Tensions du circuit de commande 191
9.1.3 Protection 191
9.2 Fonctions de commande 191
9.2.1 Généralités 191
9.2.2 Catégories de fonctions d'arrêt 192
9.2.3 Fonctionnement 192
9.2.4 Système de commande sans fil (CCS) 196
9.3 Verrouillages de protection 198
9.3.1 Refermeture ou réarmement d'un moyen de protection avec dispositif de verrouillage 198
9.3.2 Dépassement des limites de fonctionnement 198
9.3.3 Mise en œuvre des fonctions auxiliaires 198
9.3.4 Interverrouillages entre opérations différentes et pour des mouvements contraires 198
9.3.5 Freinage par retour de courant 198
9.3.6 Neutralisation provisoire des fonctions de sécurité et/ou des mesures de protection 199
9.4 Fonctions de commande en cas de défaillance 199
9.4.1 Exigences générales 199
9.4.2 Mesures de réduction des risques en cas de défaillance 200
9.4.3 Protection contre les dysfonctionnements des circuits de commande 201
10 Interface opérateur et appareils de commande montés sur la machine 208
10.1 Généralités 208
10.1.1 Exigences générales 208
10.1.2 Emplacement et montage 208
10.1.3 Protection 208
10.1.4 Capteurs de position 209
10.1.5 Postes de commande portables et pendants 209
10.2 Organes de commande 209
10.2.1 Couleurs 209
10.2.2 Marquages 210
10.3 Voyants lumineux de signalisation et dispositifs d'affichage 210
10.3.1 Généralités 210
10.3.2 Couleurs 211
10.3.3 Voyants lumineux et dispositifs d'affichage clignotants 211
10.4 Boutons-poussoirs lumineux 212
10.5 Appareils de commande rotatifs 212
10.6 Appareils de mise en marche 212
10.7 Appareils d’arrêt d’urgence 212
10.7.1 Emplacement des appareils d'arrêt d'urgence 212
10.7.2 Types d'appareils d'arrêt d'urgence 212
10.7.3 Manœuvre de l'appareil de sectionnement de l’alimentation pour effectuer un arrêt d'urgence 212
10.8 Appareils de coupure d’urgence 213
10.8.1 Emplacement des appareils de coupure d'urgence 213
10.8.2 Types d'appareils de coupure d'urgence 213

10.8.3 Manœuvre locale de l'appareil de sectionnement de l'alimentation pour effectuer une coupure d'urgence 213
10.9 Appareil de commande de validation 213
11 Appareillages de commande: emplacement, montage et enveloppes 214
11.1 Exigences générales 214
11.2 Emplacement et montage 214
11.2.1 Accessibilité et maintenance 214
11.2.2 Séparation physique ou groupage 214
11.2.3 Effets de la chaleur 215
11.3 Degrés de protection 215
11.4 Enveloppes, portes et ouvertures 216
11.5 Accès à l'équipement électrique 217
12 Conducteurs et câbles 217
12.1 Exigences générales 217
12.2 Conducteurs 217
12.3 Isolant 218
12.4 Courant maximal admissible en fonctionnement normal 218
12.5 Chute de tension dans les câbles et conducteurs 219
12.6 Câbles souples 220
12.6.1 Généralités 220
12.6.2 Dimensionnement mécanique 220
12.6.3 Courant maximal admissible des câbles enroulés sur des tambours 221
12.7 Câbles conducteurs, barres conductrices et ensembles de bagues collectrices 221
12.7.1 Protection principale 221
12.7.2 Conducteurs de protection 222
12.7.3 Collecteurs de courant du conducteur de protection 222
12.7.4 Collecteurs de courant démontables avec fonction de sectionnement 222
12.7.5 Distances d'isolement dans l'air 222
12.7.6 Lignes de fuite 222
12.7.7 Subdivision du système conducteur 223
12.7.8 Construction et installation des systèmes à câbles conducteurs, à barres conductrices et des ensembles de bagues collectrices 223
13 Pratiques du câblage 223
13.1 Raccordement et cheminement 223
13.1.1 Exigences générales 223
13.1.2 Cheminement des conducteurs et des câbles 224
13.1.3 Conducteurs appartenant à des circuits différents 224
13.1.4 Circuits à courant alternatif – Effets électromagnétiques (prévention des courants de Foucault) 225
13.1.5 Raccordement entre le détecteur et le convertisseur détecteur d'un système d'alimentation à induction 225
13.2 Identification des conducteurs 225
13.2.1 Exigences générales 225
13.2.2 Identification du conducteur de protection/ conducteur de liaison de protection 225
13.2.3 Identification du conducteur neutre 226
13.2.4 Identification par la couleur 226
13.3 Câblage à l'intérieur des enveloppes 227
13.4 Câblage à l'extérieur des enveloppes 227

13.4.1 Exigences générales 227
13.4.2 Canalisations externes 228
13.4.3 Raccordement aux éléments mobiles de la machine 228
13.4.4 Interconnexion des appareils sur la machine 229
13.4.5 Ensembles fiche-prise 229
13.4.6 Démontage pour le transport 230
13.4.7 Conducteurs supplémentaires 230
13.5 Canalisations, boîtiers de connexion et autres boîtiers 230
13.5.1 Exigences générales 230
13.5.2 Conduit métallique rigide et accessoires 231
13.5.3 Conduit métallique souple et accessoires 231
13.5.4 Conduit non métallique souple et accessoires 231
13.5.5 Système de goulottes 232
13.5.6 Compartiments de machine et systèmes de goulottes 232
13.5.7 Boîtiers de connexion et autres boîtiers 232
13.5.8 Boîtiers de connexion de moteur 232
14 Moteurs électriques et équipements associés 232
14.1 Exigences générales 232
14.2 Enveloppes des moteurs 233
14.3 Dimensions des moteurs 233
14.4 Montage des moteurs et compartiments moteurs 233
14.5 Critères de choix des moteurs 233
14.6 Dispositifs de protection pour les freins mécaniques 234
15 Socles de prises de courant et éclairage 234
15.1 Socles de prises de courant pour les accessoires 234
15.2 Éclairage local de la machine et de l'équipement 234
15.2.1 Généralités 234
15.2.2 Alimentation 234
15.2.3 Protection 235
15.2.4 Accessoires 235
16 Marquages, panneaux d'avertissement et désignations de référence 235
16.1 Généralités 235
16.2 Panneaux d'avertissement 236
16.2.1 Danger de choc électrique 236
16.2.2 Danger lié aux surfaces chaudes 236
16.3 Identification fonctionnelle 236
16.4 Marquage des enveloppes des équipements électriques 236
16.5 Désignations de référence 237
17 Documentation technique 237
17.1 Généralités 237
17.2 Informations relatives à l'équipement électrique 237
18 Vérification 239
18.1 Généralités 239
18.2 Vérification des conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation 239
18.2.1 Généralités 239
18.2.2 Essai 1 – Vérification de la continuité du circuit de protection 240
18.2.3 Essai 2 – Vérification de l'impédance de boucle de défaut et aptitude du dispositif de protection contre les surintensités associé 240

18.2.4 Application des méthodes d'essai aux schémas TN 240
18.3 Essais de résistance d'isolement 242
18.4 Essais de tension 243
18.5 Protection contre les tensions résiduelles 243
18.6 Essais de fonctionnement 243
18.7 Contre-essais 243
Annexe A (normative) Protection en cas de défaut par coupure automatique de l'alimentation 244
A.1 Protection en cas de défaut pour les machines alimentées par les schémas TN 244
A.1.1 Généralités 244
A.1.2 Conditions pour la protection par coupure automatique de l'alimentation par des dispositifs de protection contre les surintensités 245
A.1.3 Condition pour la protection par diminution de la tension de contact en dessous de 50 V 245
A.1.4 Vérification des conditions pour la protection par coupure automatique de l'alimentation 246
A.2 Protection en cas de défaut pour les machines alimentées par les schémas TT 248
A.2.1 Connexion à la terre 248
A.2.2 Protection en cas de défaut pour les schémas TT 248
A.2.3 Vérification de la protection par coupure automatique de l'alimentation au moyen d'un dispositif différentiel résiduel 250
A.2.4 Mesurage de l'impédance de boucle de défaut (Z_S) 250
Annexe B (informative) Questionnaire concernant l'équipement électrique des machines 252
Annexe C (informative) Exemples de machines couvertes par la présente partie de l'IEC 60204 256
Annexe D (informative) Courant maximal admissible et protection contre les surintensités des conducteurs et câbles dans les équipements électriques des machines 258
D.1 Généralités 258
D.2 Conditions générales de fonctionnement 258
D.2.1 Température de l'air ambiant 258
D.2.2 Méthodes d'installation 258
D.2.3 Groupement 259
D.2.4 Classification des conducteurs 260
D.3 Coordination entre les conducteurs et les dispositifs de protection assurant une protection contre les surcharges 261
D.4 Protection des conducteurs contre les surintensités 262
D.5 Effets des courants harmoniques dans les systèmes triphasés équilibrés 263
Annexe E (informative) Explication sur les fonctions de manœuvre d'urgence 264
Annexe F (informative) Guide pour l'utilisation de la présente partie de l'IEC 60204 265
Annexe G (informative) Comparaison des sections typiques de conducteurs 267
Annexe H (informative) Mesures de réduction des effets des influences électromagnétiques 269
H.1 Définitions 269
H.1.1 appareil 269
H.1.2 installation fixe 269
H.2 Généralités 269
H.3 Réduction du brouillage électromagnétique (EMI) 270

H.3.1 Généralités 270
H.3.2 Mesures de réduction de l'EMI 270
H.4 Séparation et différenciation des câbles 271
H.5 Alimentation d'une machine par des sources parallèles 274
H.6 Impédance d'alimentation en cas d'utilisation d'un entraînement électrique de puissance (PDS) 274
Annexe I (informative) Documentation / Information 275
Bibliographie 277

Figure 1 – Schéma d'ensemble d'une machine type 152
Figure 2 – Sectionneur 172
Figure 3 – Disjoncteur de sectionnement 172
Figure 4 – Exemple de liaison équipotentielle pour l'équipement électrique d'une machine 186
Figure 5 – Symbole IEC 60417-5019: Terre de protection 189
Figure 6 – Symbole IEC 60417-5020: Masse ou châssis 190
Figure 7 – Méthode a) Circuit de commande mis à la terre alimenté par un transformateur 202
Figure 8 – Méthode b1) Circuit de commande non mis à la terre alimenté par un transformateur 203
Figure 9 – Méthode b2) Circuit de commande non mis à la terre alimenté par un transformateur 203
Figure 10 – Méthode b3) Circuit de commande non mis à la terre alimenté par un transformateur 204
Figure 11 – Méthode c) Circuits de commande alimentés par un transformateur avec un enroulement à prise centrale de mise à la terre 205
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 206
Figure 13 – Méthode d1b) Circuit de commande sans transformateur relié entre deux phases d'un réseau d'alimentation mis à la terre 206
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 207
Figure 15 – Méthode d2b) Circuit de commande sans transformateur relié entre deux phases d'un réseau d'alimentation non mis à la terre 207
Figure 16 – Symbole IEC 60417-5019 226
Figure 17 – Symbole IEC 60417-5021 226
Figure 18 – Symbole ISO 7010-W012 236
Figure 19 – Symbole ISO 7010-W017 236
Figure A.1 – Disposition typique de mesure de l'impédance de boucle de défaut (Z_S) dans les schémas TN 247
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 247
Figure A.3 – Disposition typique de mesure de l'impédance de boucle de défaut (Z_S) dans les schémas TT 251
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 251
Figure D.1 – Méthodes d'installation des conducteurs et câbles indépendamment du nombre de conducteurs/câbles 259
Figure D.2 – Paramètres des conducteurs et dispositifs de protection 261

Figure H.1 – Conducteur de dérivation pour le renforcement du blindage 270
Figure H.2 – Exemples de séparation verticale et de différenciation 272
Figure H.3 – Exemples de séparation horizontale et de différenciation 272
Figure H.4 – Dispositions des câbles dans des chemins de câbles métalliques 273
Figure H.5 – Connexions entre les chemins de câbles ou les systèmes de goulottes métalliques 274
Figure H.6 – Interruption des chemins de câbles métalliques au niveau des pare-feu 274

Tableau 1 – Section minimale des conducteurs de protection en cuivre 170
Tableau 2 – Symboles pour organes de commande (Alimentation) 210
Tableau 3 – Symboles pour organes de commande (Fonctionnement de la machine) 210
Tableau 4 – Couleurs des voyants lumineux de signalisation et leur signification en fonction de l'état de la machine 211
Tableau 5 – Sections minimales des conducteurs en cuivre 218
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 219
Tableau 7 – Facteurs de réduction pour des câbles enroulés sur tambours 221
Tableau 8 – Rayon minimal de courbure admis pour le guidage forcé de câbles souples 229
Tableau 9 – Application des méthodes d'essai aux schémas TN 241
Tableau 10 – Exemples de longueurs de câbles maximales entre les dispositifs de protection et leurs charges pour les schémas TN 242
Tableau A.1 – Temps de coupure maximal pour les schémas TN 244
Tableau A.2 – Temps de coupure maximal pour les schémas TT 249
Tableau D.1 – Facteurs de correction 258
Tableau D.2 – Facteurs de réduction de I_Z pour groupement 260
Tableau D.3 – Facteurs de réduction de I_Z pour les câbles multiconducteurs jusqu'à 10 mm^2 260
Tableau D.4 – Classification des conducteurs 260
Tableau D.5 – Températures maximales admissibles du conducteur dans des conditions normales et des conditions de court-circuit 262
Tableau F.1 – Options d'utilisation 266
Tableau G.1 – Comparaison des dimensions de conducteurs 267
Tableau H.1 – Distances de séparation minimales utilisant une enceinte de confinement métallique comme représenté à la Figure H.2 271
Tableau I.1 – Documentation / Information qui peuvent être applicables 275

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.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 60204-1 édition 6.1 contient la sixième édition (2016-10) [documents 44/765/FDIS et 44/771/RVD] et son amendement 1 (2021-09) [documents 44/884/CDV et 44/913/RVC].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

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 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.

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 qui est coordonné avec la résistance de l'électrode de terre est obligatoire dans les schémas TT 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).

7.2.3: La coupure du conducteur neutre est obligatoire dans les schémas TN (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 mm^2 dans les enveloppes (États-Unis).

12.2: Le conducteur de circuit de puissance le plus faible admis sur les machines est de 0,82 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, 5ème 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 $U_o \geq 300$ V, R_A doit être inférieure à 10 Ω, lorsque $U_o < 300$ V, R_A doit être inférieure à 100 Ω, 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 83 Ω (Pays-Bas).

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

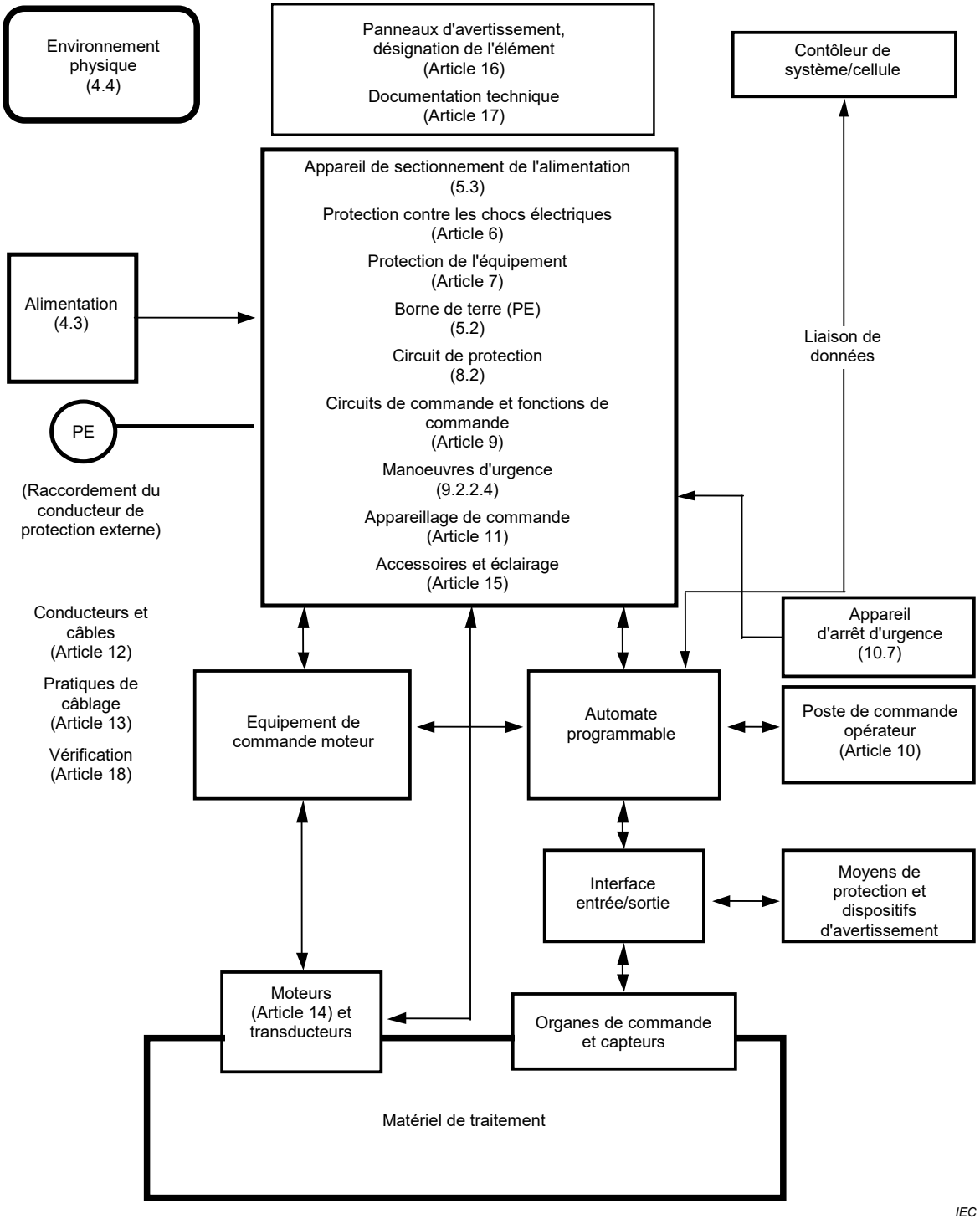


Figure 1 – Schéma d'ensemble d'une machine type

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 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 60364-4-41:2005/AMD1:2017

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 60364-5-53:2019, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Dispositifs de protection pour assurer la sécurité, le sectionnement, la coupure, la commande et la surveillance*

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 60364-6:2016, *Installations électriques à basse tension – Partie 6: Vérification*

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

IEC 60445:2017, *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 60947-5-1:2016, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

IEC 60947-5-5, *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 61558-1:2017, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments – Partie 1: Exigences générales et essais*

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 7010:2019, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés*
ISO 7010:2019/AMD1:2020

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 13850:2015, *Sécurité des machines – Arrêt d'urgence – Principes de conception*