



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Adjustable speed electrical power drive systems –
Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy**

**Entraînements électriques de puissance à vitesse variable –
Partie 5-1: Exigences de sécurité – Électrique, thermique et énergétique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.110; 29.130.99; 29.200

ISBN 978-2-8322-4155-4

**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.**

CONTENTS

| | |
|---|-----|
| FOREWORD..... | 15 |
| INTRODUCTION..... | 17 |
| 0.1 General..... | 17 |
| 0.2 Feedback from industry and national committees..... | 19 |
| 0.3 Requirement covered by other relevant parts of the IEC 61800 series | 19 |
| 1 Scope..... | 20 |
| 2 Normative references | 20 |
| 3 Terms and definitions | 24 |
| 4 Protection against hazards | 40 |
| 4.1 General..... | 40 |
| 4.2 <i>Single-fault conditions</i> and <i>abnormal operating conditions</i> | 41 |
| 4.3 Short-circuit and overload protection..... | 42 |
| 4.3.1 General | 42 |
| 4.3.2 Input short-circuit rating and available <i>output short-circuit current</i> | 43 |
| 4.3.3 Short-circuit coordination (upstream protection)..... | 44 |
| 4.3.4 Protection by several devices | 44 |
| 4.3.5 Motor overload and overtemperature protection | 45 |
| 4.3.6 <i>BDM/CDM</i> providing current limiting control..... | 46 |
| 4.4 Protection against electric shock..... | 46 |
| 4.4.1 General | 46 |
| 4.4.2 <i>Decisive voltage class (DVC)</i> | 46 |
| 4.4.3 Provision for <i>basic protection</i> | 53 |
| 4.4.4 Provision for <i>fault protection</i> | 56 |
| 4.4.5 Provisions for <i>enhanced protection</i> | 64 |
| 4.4.6 Protective measures | 65 |
| 4.4.7 <i>Insulation</i> | 67 |
| 4.4.8 Compatibility with residual current-operated protective devices (RCD)..... | 88 |
| 4.4.9 Capacitor discharge..... | 89 |
| 4.4.10 Access conditions for high-voltage sections of <i>BDM/CDM/PDS</i> (<i>interlock</i>) | 89 |
| 4.5 Protection against electrical energy hazards | 91 |
| 4.5.1 General | 91 |
| 4.5.2 Determination of hazardous electrical energy level | 92 |
| 4.5.3 Limited power sources | 92 |
| 4.6 Protection against fire and thermal hazards | 94 |
| 4.6.1 General | 94 |
| 4.6.2 Circuits and <i>components</i> representing a fire hazard | 94 |
| 4.6.3 Selection of <i>components</i> to mitigate the risk of a fire hazard | 94 |
| 4.6.4 Fire protection provided by <i>enclosures</i> | 95 |
| 4.6.5 Temperature limits..... | 96 |
| 4.7 Protection against mechanical hazards | 98 |
| 4.7.1 General | 98 |
| 4.7.2 Critical torsional speed | 99 |
| 4.7.3 Transient torque analysis..... | 99 |
| 4.7.4 Specific requirements for liquid cooled <i>BDM/CDM/PDS</i> | 99 |
| 4.7.5 Mechanical hazards from rotating parts | 101 |
| 4.7.6 Sharp edges | 102 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.8 | BDM/CDM/PDS with multiple sources of supply | 102 |
| 4.8.1 | General | 102 |
| 4.8.2 | <i>Low-voltage</i> DC link sharing | 103 |
| 4.9 | Protection against environmental stresses | 103 |
| 4.9.1 | General | 103 |
| 4.9.2 | Protection against corrosion | 105 |
| 4.10 | Protection against excessive acoustic noise hazards | 105 |
| 4.10.1 | General | 105 |
| 4.10.2 | Acoustic noise level | 105 |
| 4.11 | Wiring and connections | 106 |
| 4.11.1 | General | 106 |
| 4.11.2 | <i>Insulation</i> of conductors | 107 |
| 4.11.3 | Stranded wire | 109 |
| 4.11.4 | Routing and clamping | 109 |
| 4.11.5 | Identification of conductors and terminals of <i>mains supply</i> and <i>non-mains supply</i> | 109 |
| 4.11.6 | Splices and connections | 110 |
| 4.11.7 | Accessible connections | 110 |
| 4.11.8 | Interconnections between parts of the <i>PDS</i> | 111 |
| 4.11.9 | Supply connections for <i>permanently connected BDM/CDM/PDS</i> | 111 |
| 4.11.10 | Supply connections for pluggable <i>BDM/CDM/PDS</i> | 111 |
| 4.11.11 | Terminals | 113 |
| 4.11.12 | Provisions for connecting the shield of shielded wire or cable | 116 |
| 4.12 | Mechanical requirements for <i>enclosures</i> | 117 |
| 4.12.1 | General | 117 |
| 4.12.2 | Handles and manual controls | 117 |
| 4.12.3 | Cast metal <i>enclosure</i> | 118 |
| 4.12.4 | Sheet metal <i>enclosure</i> | 118 |
| 4.12.5 | Stability for floor-standing <i>BDM/CDM/PDS</i> | 121 |
| 4.12.6 | Wiring strain relief | 121 |
| 4.12.7 | Polymeric <i>enclosure</i> stress relief | 122 |
| 4.12.8 | Internal condensation or accumulation of water | 122 |
| 4.12.9 | Polymeric outdoor <i>enclosure</i> ultra-violet (UV) resistance | 122 |
| 4.13 | <i>Components</i> | 123 |
| 4.13.1 | <i>Components</i> general | 123 |
| 4.13.2 | <i>Components</i> representing a fire hazard | 123 |
| 4.13.3 | <i>Components</i> being part of an <i>enclosure</i> | 123 |
| 4.13.4 | <i>Components</i> representing a mechanical hazard | 124 |
| 4.13.5 | Wound <i>components</i> | 124 |
| 4.13.6 | Protective devices | 124 |
| 4.14 | Protection against electromagnetic fields | 124 |
| 5 | Test requirements | 124 |
| 5.1 | General | 124 |
| 5.1.1 | Test objectives and classification | 124 |
| 5.1.2 | Selection of test samples | 125 |
| 5.1.3 | Sequence of tests | 125 |
| 5.1.4 | Earthing conditions | 125 |
| 5.1.5 | General conditions for tests | 125 |
| 5.1.6 | Compliance | 126 |

| | | |
|---------------------|--|-----|
| 5.1.7 | Test overview | 126 |
| 5.2 | Test specifications | 129 |
| 5.2.1 | <i>Visual inspections (type test, routine test and sample test)</i> | 129 |
| 5.2.2 | Mechanical tests..... | 129 |
| 5.2.3 | Electrical tests..... | 138 |
| 5.2.4 | <i>Abnormal operation and simulated faults tests</i> | 157 |
| 5.2.5 | Material tests..... | 170 |
| 5.2.6 | Environmental tests (<i>type tests</i>)..... | 174 |
| 5.2.7 | Hydrostatic pressure test (<i>type test, routine test</i>)..... | 180 |
| 5.2.8 | Electromagnetic fields (EMF) test (<i>type test</i>) | 181 |
| 6 | Information and marking requirements..... | 181 |
| 6.1 | General..... | 181 |
| 6.1.1 | Overview | 181 |
| 6.1.2 | Documentation in electronic form..... | 184 |
| 6.1.3 | Installation Instructions..... | 185 |
| 6.2 | Information for selection | 185 |
| 6.2.1 | General | 185 |
| 6.2.2 | Instructions and markings pertaining to <i>accessories</i> | 187 |
| 6.3 | Information for installation and commissioning | 187 |
| 6.3.1 | General | 187 |
| 6.3.2 | Mechanical considerations..... | 187 |
| 6.3.3 | Environment | 187 |
| 6.3.4 | Handling and mounting | 188 |
| 6.3.5 | <i>Enclosure</i> temperature | 188 |
| 6.3.6 | Open type <i>BDM/CDM</i> | 188 |
| 6.3.7 | Connections | 189 |
| 6.3.8 | Commissioning | 191 |
| 6.3.9 | Protection requirements..... | 191 |
| 6.3.10 | Motor and driven equipment | 195 |
| 6.3.11 | Field installed <i>components</i> | 196 |
| 6.4 | Information for intended use | 196 |
| 6.4.1 | General | 196 |
| 6.4.2 | Adjustment | 196 |
| 6.4.3 | Labels, signs, symbols and signals | 196 |
| 6.4.4 | Hot surface..... | 198 |
| 6.4.5 | Control and device marking | 198 |
| 6.4.6 | Stability for floor-standing <i>BDM/CDM/PDS</i> | 199 |
| 6.5 | Supplementary information | 199 |
| 6.5.1 | General | 199 |
| 6.5.2 | Capacitor discharge..... | 199 |
| 6.5.3 | Special operation mode – Auto restart/bypass connection | 200 |
| 6.5.4 | Other hazards..... | 200 |
| 6.5.5 | <i>BDM/CDM/PDS</i> with multiple sources of supply | 200 |
| 6.5.6 | PT/CT connection | 200 |
| 6.5.7 | Access conditions for <i>high-voltage BDM/CDM/PDS</i> during maintenance | 200 |
| Annex A (normative) | Additional information for protection against electric shock | 202 |
| A.1 | General..... | 202 |
| A.2 | Protection by means of <i>DVC As</i> | 202 |
| A.3 | Protection by means of <i>protective impedance</i> | 203 |

| | | |
|-----------------------|---|-----|
| A.4 | Protection by using limited voltages | 204 |
| A.5 | Evaluation of the <i>working voltage</i> of circuits..... | 204 |
| A.5.1 | General | 204 |
| A.5.2 | Classification of the <i>working voltage</i> | 205 |
| A.5.3 | AC <i>working voltage</i> | 205 |
| A.5.4 | DC <i>working voltage</i> | 206 |
| A.5.5 | Pulsating <i>working voltage</i> | 207 |
| A.6 | The concept of protective measures according to 4.4..... | 208 |
| A.6.1 | General | 208 |
| A.6.2 | General concept of protection against electric shock | 209 |
| A.6.3 | Examples of the use of elements of protective measures..... | 210 |
| Annex B (informative) | Considerations for the reduction of the pollution degree | 215 |
| B.1 | General..... | 215 |
| B.2 | Factors influencing the pollution degree | 215 |
| B.3 | Reduction of influencing factors | 215 |
| Annex C (informative) | Symbols referred..... | 216 |
| C.1 | Symbols used | 216 |
| C.2 | Determination of contrast..... | 218 |
| Annex D (normative) | Evaluation of <i>clearance</i> and <i>creepage distances</i> | 219 |
| D.1 | Measurement..... | 219 |
| D.2 | Relationship of measurement to pollution degree | 219 |
| D.3 | Examples..... | 219 |
| Annex E (normative) | Altitude correction for <i>clearances</i> | 226 |
| E.1 | Correction factor for <i>clearances</i> at altitudes above 2 000 m | 226 |
| E.2 | Test voltages for verifying <i>clearances</i> at different altitudes | 226 |
| Annex F (normative) | <i>Clearance</i> and <i>creepage distance</i> determination for frequencies greater than 30 kHz | 228 |
| F.1 | General influence of the frequency on the withstand characteristics..... | 228 |
| F.2 | <i>Clearance</i> | 228 |
| F.2.1 | General | 228 |
| F.2.2 | <i>Clearance</i> for inhomogenous fields | 229 |
| F.2.3 | <i>Clearance</i> for approximately homogenous fields | 230 |
| F.3 | <i>Creepage distance</i> | 231 |
| F.4 | <i>Solid insulation</i> | 232 |
| F.4.1 | General | 232 |
| F.4.2 | Approximately uniform field distribution without air gaps or voids..... | 232 |
| F.4.3 | Other cases | 233 |
| Annex G (informative) | Cross-sections of round conductors | 234 |
| Annex H (informative) | Guidelines for RCD compatibility..... | 235 |
| H.1 | Selection of RCD type..... | 235 |
| H.2 | Fault current waveforms..... | 236 |
| Annex I (informative) | Examples of overvoltage category reduction..... | 240 |
| I.1 | General..... | 240 |
| I.2 | Protection to the surroundings (see 4.4.7.2)..... | 240 |
| I.2.1 | Circuits connected directly to <i>mains supply</i> (see 4.4.7.2.3)..... | 240 |
| I.2.2 | Circuits connected to the <i>non-mains supply</i> (see 4.4.7.2.4) | 243 |
| I.2.3 | <i>Insulation</i> between circuits (see 4.4.7.2.5)..... | 243 |
| I.3 | <i>Functional insulation</i> (see 4.4.7.3) | 244 |

| | | |
|-----------------------|---|-----|
| I.4 | Further examples | 244 |
| Annex J (informative) | Burn thresholds for touchable surfaces | 246 |
| J.1 | General..... | 246 |
| J.2 | Burn thresholds | 246 |
| Annex K (informative) | Table of electrochemical potentials | 249 |
| Annex L (informative) | Measuring instrument for touch current measurements | 250 |
| L.1 | Measuring test circuit..... | 250 |
| L.2 | Requirements for measuring instruments | 250 |
| Annex M (normative) | Test probes for determining access | 251 |
| Annex N (informative) | Guidance regarding short-circuit current | 254 |
| Annex O (informative) | Guidance for determination of <i>clearance</i> and <i>creepage distance</i> | 255 |
| O.1 | Guideline for determination of <i>clearance</i> | 255 |
| O.2 | Guideline for determination of <i>creepage distance</i> | 256 |
| O.3 | Minimum <i>clearance</i> and <i>creepage distances</i> for material | 257 |
| Annex P (normative) | Protection of persons against electromagnetic fields for frequencies from 0 Hz up to 300 GHz | 258 |
| P.1 | General influence of electromagnetic fields to persons..... | 258 |
| P.1.1 | General | 258 |
| P.1.2 | Low-frequency electric field effects (1 Hz to 100 kHz)..... | 258 |
| P.1.3 | Low-frequency magnetic field effects (1 Hz to 100 kHz)..... | 258 |
| P.1.4 | Low-frequency electric and magnetic field effects | 258 |
| P.1.5 | High-frequency electromagnetic field effects (100 kHz to 300 GHz) | 258 |
| P.1.6 | Current knowledge on low-level effects..... | 259 |
| P.1.7 | Biological effects versus adverse health effects | 259 |
| P.1.8 | Influence of EMF on passive and active medical implants..... | 259 |
| P.2 | Recommendations from ICNIRP Guidelines against exposure to EMF..... | 259 |
| P.2.1 | Adoption of exposure limits from ICNIRP | 259 |
| P.2.2 | Limits of EMF exposure for transportation and storage | 261 |
| P.3 | Protection of persons against exposure of EMF | 261 |
| P.3.1 | General | 261 |
| P.3.2 | EMF requirements for general public access areas..... | 262 |
| P.3.3 | EMF requirements for <i>general-access areas</i> , <i>service-access areas</i> and <i>restricted-access areas</i> | 262 |
| P.3.4 | EMF requirements for transportation and storage | 262 |
| P.4 | Electromagnetic fields (EMF) test (<i>type test</i>)..... | 263 |
| P.4.1 | General test set up for EMF | 263 |
| P.4.2 | EMF test..... | 263 |
| P.5 | Electromagnetic fields (EMF) marking | 263 |
| Annex Q (informative) | Automatic disconnection of supply | 264 |
| Q.1 | Maximum disconnection times | 264 |
| Q.2 | Supplementary <i>protective equipotential bonding</i> | 265 |
| Annex R (informative) | Risk assessment according to IEC Guide 116 | 266 |
| R.1 | General..... | 266 |
| R.2 | Risk assessment..... | 266 |
| Annex S (informative) | In-some-country requirements – United States of America voltages less than 1,5 kV AC or DC | 268 |
| S.0 | General..... | 268 |
| S.1 | Scope | 268 |

| | | |
|-----------------------|---|-----|
| S.2 | Normative references..... | 268 |
| S.3 | Terms and definitions..... | 268 |
| S.4 | Protection against hazards..... | 269 |
| S.4.1 | General | 269 |
| S.4.2 | <i>Single-fault conditions and abnormal operating condition</i> | 269 |
| S.4.3 | Short-circuit and overload protection | 269 |
| S.4.4 | Protection against electric shock | 271 |
| S.4.5 | Protection against electrical energy hazards..... | 281 |
| S.4.6 | Protection against fire and thermal hazards..... | 281 |
| S.4.7 | Protection against mechanical hazards..... | 282 |
| S.4.8 | <i>BDM/CDM/PDS with multiple sources of supply</i> | 284 |
| S.4.9 | Protection against environmental stresses..... | 284 |
| S.4.10 | Protection against excessive acoustic noise hazards..... | 284 |
| S.4.11 | Wiring and connections | 284 |
| S.4.12 | Mechanical requirements for <i>enclosures</i> | 294 |
| S.4.200 | Auxiliary device | 306 |
| S.4.201 | <i>Accessories</i> | 306 |
| S.4.202 | Provisions for mounting | 306 |
| S.4.203 | Capacitors | 306 |
| S.5 | Test requirements..... | 307 |
| S.5.1 | General | 307 |
| S.5.2 | Test specifications..... | 308 |
| S.6 | Information and marking requirements | 328 |
| S.6.1 | General | 328 |
| S.6.2 | Information for selection | 328 |
| S.6.3 | Information for installation and commissioning..... | 329 |
| S.6.4 | Information for intended use | 333 |
| S.6.5 | Supplementary information | 333 |
| S.200 | Evaluation of clearance and <i>creepage distances</i> | 334 |
| S.200.1 | <i>Clearance and creepage distances</i> | 335 |
| S.201 | Normative references and component standards..... | 337 |
| S.202 | IEC to USA standard references | 340 |
| S.203 | Isolated secondary circuits and circuits supplied by battery | 343 |
| S.203.1 | Isolated secondary circuits | 343 |
| S.203.2 | Secondary circuits test | 349 |
| S.203.3 | Circuits supplied by a battery..... | 351 |
| S.204 | Full-load motor-running currents | 351 |
| Annex T (informative) | In-some-country requirements – Canada voltages up to 34,5 kV..... | 354 |
| T.0 | General..... | 354 |
| T.1 | Scope | 354 |
| T.2 | Normative references..... | 354 |
| T.3 | Terms and definitions..... | 356 |
| T.4 | Protection against hazards..... | 357 |
| T.4.1 | General | 357 |
| T.4.2 | <i>Single-fault conditions and abnormal operating condition</i> | 357 |
| T.4.3 | Short-circuit and overload protection | 357 |
| T.4.4 | Protection against electric shock | 358 |
| T.4.5 | Protection against electrical energy hazards..... | 367 |
| T.4.6 | Protection against fire and thermal hazards..... | 368 |

| | | |
|--------|--|-----|
| T.4.7 | Protection against mechanical hazards | 369 |
| T.4.8 | <i>BDM/CDM/PDS</i> with multiple sources of supply | 369 |
| T.4.9 | Protection against environmental stresses | 369 |
| T.4.10 | Protection against excessive acoustic noise hazards | 369 |
| T.4.11 | Wiring and connections | 369 |
| T.4.12 | Mechanical requirements for <i>enclosures</i> | 382 |
| T.4.13 | <i>Components</i> | 386 |
| T.4.14 | Protection against electromagnetic fields | 391 |
| T.5 | Test requirements | 391 |
| T.5.1 | General | 391 |
| T.5.2 | Test specifications | 391 |
| T.6 | Information and marking requirements | 416 |
| T.6.1 | General | 416 |
| T.6.2 | Information for selection | 418 |
| T.6.3 | Information for installation and commissioning | 419 |
| T.6.4 | Information for intended use | 421 |
| T.6.5 | Supplementary information | 423 |
| T.200 | IEC normative references replaced by CSA standards | 423 |
| | Bibliography | 426 |
| | Figure 1 – <i>PDS</i> hardware configuration within an <i>installation</i> | 35 |
| | Figure 2 – Time-voltage zones for <i>DVC A</i> s and <i>DVC B</i> circuits – DC | 50 |
| | Figure 3 – Time-voltage zones for <i>DVC A</i> s and <i>DVC B</i> circuits – AC peak | 51 |
| | Figure 4 – Time-voltage zones for conductive <i>accessible parts</i> | 52 |
| | Figure 5 – Example of a <i>protective class I BDM/CDM</i> arrangement and its associated <i>protective equipotential bonding</i> | 58 |
| | Figure 6 – Example of a <i>protective class I BDM/CDM</i> arrangement and its associated <i>protective equipotential bonding</i> through direct metallic contact | 59 |
| | Figure 7 – Example for interconnections within <i>BDM/CDM</i> and between parts of the <i>PDS</i> | 106 |
| | Figure 8 – Example for interconnections between parts of the <i>PDS</i> (<i>BDM/CDM</i> parts separated by field wiring) | 107 |
| | Figure 9 – Example arrangement of insulated conductors in a cable | 108 |
| | Figure 10 – Detachable <i>mains supply</i> cords and connections | 112 |
| | Figure 11 – Wire bending space | 116 |
| | Figure 12 – Supported and unsupported <i>enclosure</i> parts | 119 |
| | Figure 13 – Impact test using a steel ball | 135 |
| | Figure 14 – Voltage test procedures | 146 |
| | Figure 15 – Partial discharge test procedure | 148 |
| | Figure 16 – Electric strength test instrument | 154 |
| | Figure 17 – Mandrel | 155 |
| | Figure 18 – Initial position of mandrel | 155 |
| | Figure 19 – Final position of mandrel | 155 |
| | Figure 20 – Position of metal foil on insulating material | 156 |
| | Figure 21 – <i>Protective equipotential bonding</i> test set up | 160 |
| | Figure 22 – Example of short-circuit test between <i>BDM/CDM</i> motor power <i>port</i> and <i>protective earth</i> (motor separately earthed) | 162 |

| | |
|---|-----|
| Figure 23 – Example of short-circuit test between <i>BDM/CDM</i> motor power <i>port</i> and <i>protective earth</i> (motor earthed through <i>BDM/CDM</i>)..... | 162 |
| Figure 24 – Example of short-circuit test between <i>BDM/CDM</i> DC link power <i>port</i> and <i>protective earth</i> | 163 |
| Figure 25 – Interpolated values for Table 37 | 165 |
| Figure 26 – Circuit for high-current arcing test | 171 |
| Figure 27 – Test fixture for hot-wire ignition test | 172 |
| Figure A.1 – Protection by <i>DVC As</i> with <i>enhanced protection</i> | 202 |
| Figure A.2 – Protection by means of <i>protective impedance</i> | 203 |
| Figure A.3 – Protection by using limited voltages | 204 |
| Figure A.4 – Typical waveform for AC <i>working voltage</i> | 205 |
| Figure A.5 – Typical waveform for DC <i>working voltage</i> | 206 |
| Figure A.6 – Typical waveform for pulsating <i>working voltage</i> | 207 |
| Figure A.7 – Protective measures according to 4.4.1 to 4.4.5 for protection against electric shock considering <i>protective class I</i> and <i>protective class II BDM/CDM/PDS</i> | 209 |
| Figure A.8 – Protective measures according to 4.4.1 to 4.4.5 for protection against electric shock considering <i>protective class III BDM/CDM/PDS</i> and <i>DVC As</i> circuits | 210 |
| Figure D.1 – Example of measurements including a groove | 220 |
| Figure D.2 – Example of measurements including a groove | 220 |
| Figure D.3 – Example of measurements including a groove | 220 |
| Figure D.4 – Example of measurements including a rib..... | 220 |
| Figure D.5 – Example of measurements providing protection of type 2..... | 221 |
| Figure D.6 – Example of measurements providing protection of type 1..... | 221 |
| Figure D.7 – Example of measurements providing protection of type 1..... | 221 |
| Figure D.8 – Example of measurements providing protection of type 1..... | 222 |
| Figure D.9 – Example of measurements including a barrier (cemented joint)..... | 222 |
| Figure D.10 – Example of measurements including a barrier..... | 222 |
| Figure D.11 – Example of measurements including a gap | 223 |
| Figure D.12 – Example of measurements including a gap | 223 |
| Figure D.13 – Example of measurements including an floating conductive part..... | 224 |
| Figure D.14 – Example of measurements in inner layer of PWB..... | 224 |
| Figure D.15 – Example of measurements in an <i>enclosure</i> of insulating material..... | 225 |
| Figure F.1 – Diagram for dimensioning of <i>clearances</i> above 30 kHz | 229 |
| Figure F.2 – Diagram for dimensioning of <i>creepage distances</i> above 30 kHz | 231 |
| Figure F.3 – Permissible field strength for dimensioning of <i>solid insulation</i> according to Formula (F.1)..... | 233 |
| Figure H.1 – Flow chart leading to selection of the RCD type upstream of a <i>PDS</i> | 235 |
| Figure H.2 – Symbols for marking depending on the type of RCD | 236 |
| Figure H.3 – Fault current waveforms in connections with <i>BDM/CDM/PDS</i> | 239 |
| Figure I.1 – <i>Basic protection</i> evaluation for circuits connected to the origin of the <i>installation mains supply</i> | 240 |
| Figure I.2 – <i>Basic protection</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i> | 241 |
| Figure I.3 – <i>Basic protection</i> evaluation for single and three phase <i>BDM/CDM/PDS</i> not <i>permanently connected</i> to the <i>mains supply</i> | 241 |
| Figure I.4 – <i>Basic protection</i> evaluation for circuits connected to the origin of the <i>installation mains supply</i> where internal SPDs are used..... | 241 |

| | |
|---|-----|
| Figure I.5 – <i>Basic protection</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i> where internal SPDs are used..... | 242 |
| Figure I.6 – Example of <i>enhanced protection</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i> where internal SPDs are used | 242 |
| Figure I.7 – Example of <i>enhanced protection</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i> where internal SPDs are used | 242 |
| Figure I.8 – Example of <i>enhanced protection</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i> where internal SPDs are used | 243 |
| Figure I.9 – <i>Basic protection</i> evaluation for circuits connected to the <i>non-mains supply</i> | 243 |
| Figure I.10 – <i>Basic protection</i> evaluation for circuits connected to the origin of the <i>installation non-mains supply</i> | 243 |
| Figure I.11 – <i>Functional insulation</i> evaluation within circuits affected by external transients..... | 244 |
| Figure I.12 – <i>Basic protection</i> evaluation for circuits connected to the <i>mains supply</i> and a non-mains circuit | 244 |
| Figure I.13 – <i>Insulation</i> evaluation for <i>accessible circuit</i> of <i>DVC As</i> | 245 |
| Figure J.1 – Burn threshold spread when the skin is in contact with a hot smooth surface made of bare (uncoated) metal..... | 246 |
| Figure J.2 – Rise in the burn threshold spread from Figure J.1 for metals which are coated by shellac varnish of a thickness of 50 µm, 100 µm and 150 µm..... | 247 |
| Figure J.3 – Rise in the burn threshold spread from Figure J.1 for metals coated with the specific materials | 247 |
| Figure J.4 – Burn threshold spread when the skin is in contact with a hot smooth surface made of ceramics, glass and stone materials | 248 |
| Figure J.5 – Burn threshold spread when the skin is in contact with a hot smooth surface made of plastics | 248 |
| Figure L.1 – Measuring test circuit | 250 |
| Figure M.1 – Sphere 50 mm probe according to IEC 61032:1997, test probe A..... | 251 |
| Figure M.2 – Jointed test finger according to IEC 61032:1997, test probe B..... | 252 |
| Figure M.3 – Test rod 2,5 mm according to IEC 61032:1997, test probe C | 253 |
| Figure M.4 – Sphere 12,5 mm test probe according to IEC 61032:1997, test probe 2..... | 253 |
| Figure O.1 – Flowchart <i>clearance</i> | 255 |
| Figure O.2 – Flowchart <i>creepage distance</i> | 256 |
| Figure S.1 – Articulate probe with web stop | 298 |
| Figure S.2 – Determination of current for circuits of 10 000 A and less | 318 |
| Figure S.3 – Peak let-through current | 322 |
| Figure S.4 – Application of Simpson's rule to fuse current oscillogram to obtain let-through I^2t | 323 |
| Figure S.5 – Clamped joint..... | 334 |
| Figure T.1 – Routing conductors through a metal barrier..... | 376 |
| Figure T.2 – Wire bending space | 381 |
| Figure T.3 – Test circuit using Formula T.1 | 400 |
| Figure T.4 – Test circuit using Formula T.2 | 401 |
| Figure T.5 – Test circuit using Formula T.3..... | 401 |
| Figure T.6 – Test circuit using Formula T.4 | 402 |
| Figure T.7 – Typical test set sensitivity | 403 |
| Figure T.8 – Determination of current and power factor for circuits of 10 000 A and less..... | 412 |

| | |
|--|-----|
| Table 1 – Alphabetical list of terms | 25 |
| Table 2 – Voltage limits for the <i>decisive voltage classes</i> | 49 |
| Table 3 – Protection requirements for circuits under consideration | 53 |
| Table 4 – <i>PE conductor</i> cross-section | 60 |
| Table 5 – Definitions of pollution degrees | 68 |
| Table 6 – <i>Impulse withstand voltage</i> and <i>temporary overvoltage</i> versus <i>system voltage</i> for <i>low-voltage</i> circuits | 71 |
| Table 7 – <i>Impulse withstand voltage</i> and <i>temporary overvoltage</i> versus <i>system voltage</i> for high-voltage circuits | 71 |
| Table 8 – <i>Clearance</i> for <i>functional insulation</i> , <i>basic insulation</i> or <i>supplementary insulation</i> | 76 |
| Table 9 – Insulating materials classification | 79 |
| Table 10 – <i>Creepage distances</i> | 80 |
| Table 11 – <i>Insulation</i> material requirements | 83 |
| Table 12 – Distance to uninsulated <i>live parts</i> for consideration of HWI, HAI and CTI | 83 |
| Table 13 – Generic materials for <i>insulation</i> material | 84 |
| Table 14 – Requirements based on thin sheet material thickness | 85 |
| Table 15 – Limits for power sources without an <i>overcurrent</i> protective device | 93 |
| Table 16 – Limits for power sources with an <i>overcurrent</i> protective device | 93 |
| Table 17 – Maximum measured temperatures for internal materials and <i>components</i> | 96 |
| Table 18 – Maximum measured temperatures for <i>accessible parts</i> of <i>BDM/CDM/PDS</i> | 98 |
| Table 19 – Minimum tubing wall thickness | 100 |
| Table 20 – Environmental service conditions | 104 |
| Table 21 – Wire bending space from terminals to <i>enclosure</i> | 115 |
| Table 22 – Thickness of sheet metal for <i>enclosures</i> : carbon steel or stainless steel | 120 |
| Table 23 – Thickness of sheet metal for <i>enclosures</i> : aluminium, copper or brass | 121 |
| Table 24 – Environmental conditions for tests | 126 |
| Table 25 – Test overview | 127 |
| Table 26 – Pull values for handles and manual control securement | 136 |
| Table 27 – Values for physical tests on strain relief of <i>enclosure</i> | 137 |
| Table 28 – <i>Impulse withstand voltage</i> test | 139 |
| Table 29 – <i>Impulse withstand voltage</i> test voltage for <i>low-voltage BDM/CDM/PDS</i> | 140 |
| Table 30 – <i>Impulse withstand voltage</i> test voltage for <i>high-voltage BDM/CDM/PDS</i> | 141 |
| Table 31 – AC or DC test voltage for circuits connected directly to <i>low-voltage mains supply</i> | 143 |
| Table 32 – AC or DC test voltage for circuits connected directly to <i>high-voltage mains supply</i> | 143 |
| Table 33 – AC or DC test voltage for circuits connected to <i>non-mains supply</i> without <i>temporary overvoltages</i> | 144 |
| Table 34 – Parameter for <i>BDM/CDM/PDS</i> AC or DC voltage test | 147 |
| Table 35 – Partial discharge test | 148 |
| Table 36 – <i>Prospective short-circuit current</i> for test vs <i>BDM/CDM</i> rated input current | 158 |
| Table 37 – Maximum tripping time for <i>electronic motor overload protection</i> test | 164 |
| Table 38 – Environmental tests | 175 |

| | |
|--|-----|
| Table 39 – Preconditioning or recovery procedure for climatic tests (<i>type test</i>) | 176 |
| Table 40 – Dry heat test (steady state) (<i>type test</i>)..... | 176 |
| Table 41 – Cold test (<i>type test</i>)..... | 177 |
| Table 42 – Damp heat test (steady state) (<i>type test</i>)..... | 177 |
| Table 43 – Damp heat test (cyclic) (<i>type test</i>)..... | 178 |
| Table 44 – Vibration test..... | 179 |
| Table 45 – Salt mist test..... | 179 |
| Table 46 – Dust test..... | 180 |
| Table 47 – Sand test..... | 180 |
| Table 48 – Marking location..... | 182 |
| Table A.1 – Configurations for protection against electric shock..... | 212 |
| Table C.1 – Symbols used..... | 216 |
| Table D.1 – Width of grooves by pollution degree..... | 219 |
| Table E.1 – Correction factor for <i>clearances</i> at altitudes between 2 000 m and 20 000 m..... | 226 |
| Table E.2 – Test voltages for verifying <i>clearances</i> at different altitudes..... | 227 |
| Table F.1 – Minimum values of <i>clearances</i> in air at atmospheric pressure for inhomogeneous field conditions..... | 230 |
| Table F.2 – Multiplication factors for <i>clearances</i> in air at atmospheric pressure for approximately homogeneous field conditions..... | 230 |
| Table F.3 – Minimum values of <i>creepage distances</i> for different frequency ranges..... | 232 |
| Table G.1 – Standard cross-sections of round conductors..... | 234 |
| Table K.1 – Table of electrochemical potentials..... | 249 |
| Table O.1 – Minimum <i>clearance</i> and <i>creepage distances</i> for material..... | 257 |
| Table P.1 – Limits of EMF for general public exposure..... | 260 |
| Table P.2 – Limits of EMF for occupational exposure..... | 261 |
| Table P.3 – Limits for magnetic flux density of static magnetic fields..... | 261 |
| Table P.4 – EMF test overview..... | 263 |
| Table 41.1 – Maximum disconnection times..... | 264 |
| Table R.1 – Risk assessment..... | 266 |
| Table S.1 – Size of bonding conductor..... | 273 |
| Table S.2 – Duration of current flow for bonding-conductor test..... | 273 |
| Table S.3 – Bonding conductor short-circuit test capacity..... | 273 |
| Table S.4 – Maximum rating of <i>overcurrent</i> device..... | 275 |
| Table S.5 – Dimensions of bushings..... | 277 |
| Table S.6 – <i>BDM/CDM/PDS</i> intended for installation in a feeder circuit..... | 277 |
| Table S.7 – <i>Generic materials for barriers</i> | 279 |
| Table S.8 – Tubing wall thickness..... | 283 |
| Table S.9 – Ampacity of flexible cord..... | 286 |
| Table S.10 – Ampacities of insulated conductors..... | 289 |
| Table S.11 – Wire bending space at the terminals of enclosed power conversion equipment..... | 291 |
| Table S.12 – <i>Overcurrent</i> protective device..... | 292 |
| Table S.13 – Branch-circuit <i>short-circuit protective device</i> | 293 |

| | |
|---|-----|
| Table S.14 – Openings in <i>enclosures</i> | 299 |
| Table S.15 – Addition to Table 3 of UL 50:2015: Thickness of sheet metal for <i>enclosures</i> – Carbon steel or stainless steel | 301 |
| Table S.16 – Addition to Table 4 of UL 50:2015: Thickness of sheet metal for <i>enclosures</i> – Aluminum, copper or brass..... | 301 |
| Table S.17 – Dimensions of knockout | 304 |
| Table S.18 – Values of voltage for tests..... | 307 |
| Table S.19 – AC or DC voltage test voltages | 310 |
| Table S.20 – Width of copper bus bars | 311 |
| Table S.21 – Production-line test conditions | 312 |
| Table S.22 – Power factor of test circuits for devices rated 600 V or less..... | 326 |
| Table S.23 – Minimum <i>clearances</i> and <i>creepage distances</i> at <i>field wiring terminals</i> up to 600 V..... | 335 |
| Table S.24 – Minimum <i>clearances</i> and <i>creepage distances</i> for <i>field wiring terminals</i> over 600 V..... | 336 |
| Table S.25 – <i>Clearances</i> and <i>creepage distances</i> at <i>field wiring terminals</i> for pollution degree 2 environments | 337 |
| Table S.26 – IEC normative reference standards that do not apply | 341 |
| Table S.27 – IEC normative references replaced by USA standards | 342 |
| Table S.28 – Secondary circuits, differences in evaluation..... | 344 |
| Table S.29 – Full-load motor-running currents in amperes corresponding to various AC horsepower ratings | 352 |
| Table S.30 – Full-load motor-running currents in amperes corresponding to various DC horsepower ratings | 353 |
| Table T.1 – Size and number of bonding conductors per termination | 359 |
| Table T.2 – Size of bonding conductor | 359 |
| Table T.3 – Minimum <i>clearance</i> and <i>creepage distances</i> on <i>field wiring terminals</i> | 361 |
| Table T.4 – Dimensions of bushings | 362 |
| Table T.5 – Test voltages for verifying <i>clearances</i> | 365 |
| Table T.6 – Test voltages for verifying <i>clearances</i> using AC RMS..... | 365 |
| Table T.7 – Generic material acceptable as a barrier | 366 |
| Table T.8 – Allowable ampacities of insulated copper conductors inside industrial control equipment <i>enclosures</i> (based on a <i>ambient temperature</i> of 40 °C)..... | 370 |
| Table T.9 – Ampacity correction factors for multiple conductor groupings | 370 |
| Table T.10 – Wiring space | 371 |
| Table T.11 – Wire-bending space | 372 |
| Table T.12 – Full-load motor-running currents in amperes corresponding to AC horsepower ratings | 373 |
| Table T.13 – Full-load motor-running currents in amperes corresponding to DC horsepower ratings | 374 |
| Table T.14 – Wire-bending space | 376 |
| Table T.15 – Test values for <i>BDM/CDM/PDS</i> wiring terminals..... | 378 |
| Table T.16 – Ampacity of conductors based on resistor duty cycle ratings | 379 |
| Table T.17 – Thickness of sheet metal for <i>enclosures</i> – Carbon steel or stainless steel..... | 383 |
| Table T.18 – Thickness of sheet metal for <i>enclosures</i> – Aluminum, copper, or brass | 384 |
| Table T.19 – Maximum acceptable rating of primary <i>overcurrent</i> device..... | 388 |

| | |
|--|-----|
| Table T.20 – Minimum acceptable rating of secondary <i>overcurrent</i> device | 388 |
| Table T.21 – <i>Overcurrent</i> protective device – Copper conductors | 389 |
| Table T.22 – <i>High-Voltage BDM/CDM/PDS</i> dielectric strength test values, kV..... | 391 |
| Table T.23 – Tightening torque for testing conduit hubs of polymeric <i>enclosures</i> | 394 |
| Table T.24 – Bending moment | 394 |
| Table T.25 – Test circuit sensitivity formulas..... | 400 |
| Table T.26 – Ampacities of insulated conductors | 405 |
| Table T.27 – Size of copper busbar connections for temperature test | 406 |
| Table T.28 – Short-circuit test values..... | 407 |
| Table T.29 – Short-circuit power factor | 411 |
| Table T.30 – Translation of markings | 416 |
| Table T.31 – IEC normative references replaced by CSA standards..... | 423 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy

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.

IEC 61800-5-1 has been prepared by subcommittee 22G: Adjustable speed electric power drive systems (PDS), of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2007 and Amendment 1:2016. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) harmonization with IEC 62477-1:2022;
- b) harmonization with UL 61800-5-1 and CSA C22.2 No. 274, including an annex with a list of national deviation which was considered not possible to harmonize within a reasonable timeframe;
- c) more detailed information about the evaluation of components according to this document and relevant safety component standards;
- d) updated requirement for mechanical hazards including multiple IP ratings.

The text of this International Standard is based on the following documents:

| Draft | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 22G/455/FDIS | 22G/457/RVD |

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

In this document, terms in *italic* are defined in Clause 3.

The reader's attention is drawn to the fact that

- Annex S and Annex T list all of the "in-some-country" clauses on differing practices of a less permanent nature relating to the subject of this document.
- Due to the rules of ISO/IEC Directives, Part 2, the term "must" instead of the term "shall" is used in Annex S and Annex T.

A list of all parts of the IEC 61800 series, published under the general title *Adjustable speed electrical power drive systems*, is available on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document 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 publication using a colour printer.

The contents of the corrigendum 1 (2023-09) have been included in this copy.

INTRODUCTION

0.1 General

This document contains the revision of IEC 61800-5-1:2007 and IEC 61800-5-1:2007/AMD1:2016.

Several important issues have influenced the scope and the chosen approach of the maintenance of IEC 61800-5-1:2007 in the development of this document.

The most significant changes compared to IEC 61800-5-1:2007 are the following.

a) Structure and content is based on IEC 62477-1 considering modifications and new topics such as the following

- Clause 1: Scope updated to include radio emitting/transmitting *BDM/CDM/PDS*.
- 4.1, 5.1, 6.1: "Intended use" included.
- 4.2: Single fault/abnormal operation analysis (significantly reworked).
- 4.3: Short-circuit and overload protection included as new subclause.
- 4.4 and Annex A: Protection against electric shock updated according to IEC 61140:2016 and IEC 60364-4-41, including insulation coordination according to IEC 60664 (all parts) considering the following:
 - 4.4.2 – Decisive voltage classification (especially DVC As for dry, wet and salt-water wet); Table 2 and Table 3 reworked;
 - 4.4.3 – Basic protection (reworked);
 - 4.4.4 – Fault protection (reworked);
 - 4.4.5 – Enhanced protection (reworked);
 - 4.4.7 – Insulation (reworked):
 - 4.4.7.1.2 – Working voltage (new);
 - 4.4.7.1.8 – Components bridging insulation (new);
 - 4.4.7.7 – *clearance* and *creepage distances* for functional insulation on PWB and component assemblies (reworked);
 - 4.4.7.8 – Solid insulation (new/reworked);
 - 4.4.7.9 – Connection of parts of solid insulation (cemented joints) (new);
 - 4.4.8/Annex H – Compatibility with RCD (reworked);
 - 4.4.10 – Access conditions for *high-voltage PDS* (new).
- 4.5: Protection against energy hazards (new).
- 4.6: Protection against fire and thermal hazards (new).
- 4.7: Protection against mechanical hazards (new).
- 4.8: *BDM/CDM/PDS* with multiple sources of supply (new).
- 4.9: Protection against environmental stresses (new) (in alignment with IEC 61800-2).
- 4.11: Wiring and connections updated (significantly reworked).
- 4.12: Enclosure updated (significantly reworked).
- 4.13 Bibliography: Evaluation of components (new).
- 4.14 Annex P: Protection against electromagnetic fields (new).
- Clause 5: Updated with some additional/modified test requirement:
 - 5.2.2.2 – Non-accessibility test (significantly reworked);
 - 5.2.2.3 – Ingress protection test (IP rating) (significantly reworked);

- 5.2.2.4 – Enclosure integrity tests (new);
- 5.2.2.5 – Wall or ceiling mounted *BDM/CDM/PDS* test (new);
- 5.2.2.6 – Handles and manual control securement test (new);
- 5.2.2.7 – Strain relief test (new);
- 5.2.3.7 – Touch current measurement test (reworked);
- 5.2.3.9 – Limited power source (new);
- 5.2.3.11 – Protective equipotential bonding test (new);
- 5.2.3.12 – Input test (new);
- 5.2.3.13 – Thin sheet material test (new);
- 5.2.3.14 – Test procedure for determination of working voltage (new);
- 5.2.3.16 – Preconditioning of material (reworked);
- 5.2.4.4 – Protective equipotential bonding short-circuit test (new);
- 5.2.4.9 – Output overload test (new);
- 5.2.4.13.5 – Covering of openings for cooling air test (type test) (new);
- 5.2.5.6 – Cemented joints test (new);
- 5.2.7 – Hydrostatic pressure test (new);
- 5.2.8 – Electromagnetic fields (EMF) test (new).
- Clause 6: – Update with more specific marking.
 - Structure aligned with IEC 62477-1 as close as possible;
 - Table 48 simplified.
- Annex A – Additional information for protection against electric shock (reworked).
- Annex C – Symbols referred (reworked).
- Annex E – Altitude correction for *clearances* (reworked).
- Annex F – *Clearance* and *creepage distance* determination for frequencies greater than 30 kHz (reworked).
- Annex H – Guidelines for RCD compatibility (reworked).
- Annex M – Test probes for determining access (new).
- Annex O – Guidance for determination of *clearance* and *creepage distance* (new).
- Annex P – Protection of persons against electromagnetic fields for frequencies from 0 Hz up to 300 GHz (new).
- Annex Q – Automatic disconnection of supply (new).
- Annex R – Guide 116 risk evaluation included (new).
- Bibliography – Relevant component safety standards (new).

b) Harmonization with UL 61800-5-1

Complete document is modified taken into consideration UL 61800-5-1 US National deviations. US National deviations from UL 61800-5-1 not possible to harmonize have been placed in Annex S.

c) Harmonization with CSA C22.2 No. 274

- Due to a short time frame, only some few topics have been harmonized.
- Canadian National deviations from CSA C22.2 No. 274 not possible to harmonize have been placed in Annex T.

d) Harmonization with UL 347A

- Some few relevant topics have been harmonized considering safety aspects related to *high-voltage BDM/CDM/PDS*.

Further harmonization is expected to be adopted in IEC 61800-5-1 considering the content of UL 61800-5-1, CSA C22.2 No 274 and UL 347A in future editions of IEC 61800-5-1.

0.2 Feedback from industry and national committees

The use of IEC 61800-5-1:2007 by manufacturers and test institutes since its release has identified several topics which are considered useful to implement, or topics which need further information for a better understanding of the intent of the specific requirement. These topics are also implemented in this document.

0.3 Requirement covered by other relevant parts of the IEC 61800 series

- general requirements for DC *power drive systems* are covered in IEC 61800-1;
- general requirements for AC *power drive systems* are covered in IEC 61800-2;
- EMC aspects are covered in IEC 61800-3;
- functional safety aspects are covered in IEC 61800-5-2;
- functional safety aspects for encoders are covered in IEC 61800-5-3;
- type of load duty aspects are covered in IEC TR 61800-6;
- communication profiles aspects are covered in IEC 61800-7 (all parts);
- *power interface* voltage aspects are covered in IEC TS 61800-8;
- ecodesign aspects are covered in IEC 61800-9 (all parts);

The following document is not part of the IEC 61800 series, but is used often as part of the BDM:

- active infeed converters in IEC TS 62578.

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy

1 Scope

This part of IEC 61800 specifies requirements for adjustable speed electrical *power drive systems (PDS)* or their elements, with respect to electrical, thermal, fire, mechanical, energy and other relevant hazards. It does not cover the driven equipment except for interface requirements. It applies to adjustable speed electrical *PDS* which include the power conversion, *basic drive module (BDM)/complete drive module (CDM)* control, and a motor or motors.

Excluded are traction and electric vehicle *BDM/CDM*.

It applies to low-voltage adjustable speed electrical *PDS* intended to feed a motor or motors from a *BDM/CDM* connected to phase-to-phase voltages of up to and including 1,0 kV AC (50 Hz or 60 Hz) and up to and including 1,5 kV DC.

It also applies to high-voltage adjustable speed electrical *PDS* intended to feed a motor or motors from a *BDM/CDM* connected to phase-to-phase voltages of up to and including 35 kV AC (50 Hz or 60 Hz) and up to and including 52 kV DC.

NOTE 1 At the time of publication of this document, the technical upper voltage limit for DC motors is 2,25 kV DC.

NOTE 2 Above voltage and frequency limits reflect the scope of IEC 61800-1 and IEC 61800-2.

NOTE 3 For adjustable speed electrical *PDS* not covered by the scope of this document, applicable requirements of other standards, for example IEC 62477-1 and IEC 62477-2, can be used.

This document also applies to *PDS* which intentionally emit or receive radio waves for the purpose of radio communication.

Motors for driven equipment (see Figure 1) are covered by IEC 60034 (all parts).

NOTE 4 In some cases, safety requirements of the *PDS* (for example, protection against access to hazardous parts) can necessitate the use of special components and/or additional measures.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034 (all parts), *Rotating electrical machines*

IEC 60034-1:2022, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-5:2020, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60050-112, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 112: Quantities and units* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-113, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 113: Physics for electrotechnology* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-114, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 114: Electrochemistry* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-131, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 131: Circuit theory* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-192, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 192: Dependability* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 426: Explosive atmospheres* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-442, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 442: Electrical accessories* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-551, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 551: Power electronics* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-601, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-826, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 826: Electrical installations* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-903, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 903: Risk assessment* (available at www.electropedia.org)

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-52:2017, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-68:1994, *Environmental testing – Part 2-68: Tests – Test L: Dust and sand*

IEC 60068-2-78:2012, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60204-11:2018, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for equipment for voltages above 1 000 V AC or 1 500 V DC and not exceeding 36 kV*

IEC 60320 (all parts), *Appliance couplers for household and similar general purposes*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

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 60364-5-54:2011, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*
IEC 60364-5-54:2011/AMD1:2021

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <https://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
IEC 60529:1989/AMD1:1999
IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60664-1:2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60664-3:2016, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60664-4:2005, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress*

IEC 60695-2-10:2021, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2021, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

IEC 60695-2-13:2021, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignition temperature (GWIT) test method for materials*

IEC 60695-10-2:2014, *Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test method*

IEC 60695-11-10:2013, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60695-11-20:2015, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test method*

IEC 60721-3-3:1994, *Classification of environmental conditions – Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at weatherprotected locations*¹

IEC 60721-3-3:1994/AMD1:1995

IEC 60721-3-3:1994/AMD2:1996

IEC 60721-3-4:2019, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at non-weatherprotected locations*

IEC 60730-1:2013, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*

IEC 60730-1:2013/AMD1:2015

IEC 60730-1:2013/AMD2:2020

IEC 60755:2017, *General safety requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60799:2018, *Electrical accessories – Cord sets and interconnection cord sets*

IEC 60947-4-1:2018, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

IEC 60990:2016, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61032:1997, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61084 (all parts), *Cable trunking systems and cable ducting systems for electrical installations*

IEC 61180:2016, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Definitions, test and procedure requirements, test equipment*

IEC 61189-3:2007, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 3: Test methods for interconnection structures (printed boards)*

IEC 61230:2008, *Live working – Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting*

IEC 61386 (all parts), *Conduit systems for cable management*

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

IEC 62109-1:2010, *Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements*

IEC 62271-102:2018, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*

IEC 62477-1:2022, *Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 1: General*

¹ This publication has been withdrawn.

IEC 62477-2:2018, *Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 2: Power electronic converters from 1 000 V AC or 1 500 V DC up to 36 kV AC or 54 kV DC*

ISO 3864-1:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO 3746:2010, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs* (available at <https://www.iso.org/obp>)

ISO 9614-1:1993, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points*

SOMMAIRE

| | |
|--|-----|
| AVANT-PROPOS | 448 |
| INTRODUCTION | 450 |
| 0.1 Généralités | 450 |
| 0.2 Commentaires du secteur industriel et des comités nationaux..... | 452 |
| 0.3 Exigences couvertes par les autres parties pertinentes de la série IEC 61800..... | 452 |
| 1 Domaine d'application | 453 |
| 2 Références normatives | 453 |
| 3 Termes et définitions | 457 |
| 4 Protection contre les dangers | 475 |
| 4.1 Généralités | 475 |
| 4.2 <i>Conditions de premier défaut et conditions anormales de fonctionnement</i> | 475 |
| 4.3 Protection contre les courts-circuits et les surcharges..... | 476 |
| 4.3.1 Généralités..... | 476 |
| 4.3.2 Valeurs assignées de court-circuit en entrée et <i>courant disponible de court-circuit en sortie</i> | 478 |
| 4.3.3 Coordination de court-circuit (protection en amont)..... | 479 |
| 4.3.4 Protection par plusieurs dispositifs | 479 |
| 4.3.5 Protection contre la surchauffe et contre les surcharges du moteur | 480 |
| 4.3.6 <i>BDM/CDM</i> fournissant une commande à limitation de courant | 481 |
| 4.4 Protection contre les chocs électriques | 481 |
| 4.4.1 Généralités | 481 |
| 4.4.2 <i>Classe de tension déterminante (CTD)</i> | 481 |
| 4.4.3 Dispositions en matière de <i>protection principale</i> | 489 |
| 4.4.4 Dispositions en matière de <i>protection en cas de défaut</i> | 491 |
| 4.4.5 Mesures de <i>protection renforcée</i> | 501 |
| 4.4.6 Mesures de protection | 502 |
| 4.4.7 <i>Isolation</i> | 504 |
| 4.4.8 Compatibilité avec les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (DDR)..... | 527 |
| 4.4.9 Décharge de condensateurs | 528 |
| 4.4.10 Conditions d'accès pour les parties <i>haute tension</i> du <i>BDM/CDM/PDS</i> <i>(verrouillage)</i> | 528 |
| 4.5 Protection contre les dangers dus à l'énergie électrique..... | 531 |
| 4.5.1 Généralités | 531 |
| 4.5.2 Détermination du niveau d'énergie électrique dangereux | 531 |
| 4.5.3 Sources de puissance limitée | 532 |
| 4.6 Protection contre les dangers d'incendie et thermiques..... | 534 |
| 4.6.1 Généralités..... | 534 |
| 4.6.2 Circuits et <i>composants</i> représentant un danger d'incendie..... | 534 |
| 4.6.3 Sélection des <i>composants</i> pour atténuer le risque d'un danger d'incendie | 534 |
| 4.6.4 Protection contre le feu fournie par les <i>enveloppes</i> | 535 |
| 4.6.5 Limites de température | 536 |
| 4.7 Protection contre les dangers mécaniques | 539 |
| 4.7.1 Généralités | 539 |
| 4.7.2 Vitesse de torsion critique | 539 |
| 4.7.3 Analyse du couple transitoire..... | 540 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.7.4 | Exigences spécifiques pour le <i>BDM/CDM/PDS</i> refroidi par liquide | 540 |
| 4.7.5 | Dangers mécaniques provenant des parties rotatives | 543 |
| 4.7.6 | Bords aiguisés | 544 |
| 4.8 | <i>BDM/CDM/PDS</i> à plusieurs sources d'alimentation | 544 |
| 4.8.1 | Généralités | 544 |
| 4.8.2 | Partage de liaison à courant continu <i>basse tension</i> | 545 |
| 4.9 | Protection contre les contraintes environnementales | 545 |
| 4.9.1 | Généralités | 545 |
| 4.9.2 | Protection contre la corrosion | 548 |
| 4.10 | Protection contre les dangers de bruit acoustique excessif | 548 |
| 4.10.1 | Généralités | 548 |
| 4.10.2 | Niveau de bruit acoustique | 548 |
| 4.11 | Câblage et raccordements | 548 |
| 4.11.1 | Généralités | 548 |
| 4.11.2 | <i>Isolation</i> des conducteurs | 550 |
| 4.11.3 | Fil multibrin | 552 |
| 4.11.4 | Cheminement et serrage | 552 |
| 4.11.5 | Identification des conducteurs et des bornes du <i>réseau</i> et de l'alimentation non raccordée directement au <i>réseau</i> | 552 |
| 4.11.6 | Épissures et raccordements | 553 |
| 4.11.7 | Connexions accessibles | 553 |
| 4.11.8 | Interconnexions entre les parties d'un <i>PDS</i> | 554 |
| 4.11.9 | Raccordement de l'alimentation pour les <i>BDM/CDM/PDS</i> connectés en <i>permanence</i> | 555 |
| 4.11.10 | Raccordement de l'alimentation des <i>BDM/CDM/PDS</i> enfichables | 555 |
| 4.11.11 | Bornes | 557 |
| 4.11.12 | Dispositions en matière de connexion du blindage du fil ou du câble blindé | 560 |
| 4.12 | Exigences mécaniques pour les <i>enveloppes</i> | 561 |
| 4.12.1 | Généralités | 561 |
| 4.12.2 | Poignées et commandes manuelles | 561 |
| 4.12.3 | <i>Enveloppe</i> en métal coulé | 562 |
| 4.12.4 | <i>Enveloppe</i> en tôle | 562 |
| 4.12.5 | Stabilité des <i>BDM/CDM/PDS</i> posés au sol | 565 |
| 4.12.6 | Support d'attache de câbles | 566 |
| 4.12.7 | Détente des contraintes d'une <i>enveloppe</i> polymère | 566 |
| 4.12.8 | Condensation interne ou accumulation d'eau | 566 |
| 4.12.9 | Résistance aux ultraviolets (UV) d'une <i>enveloppe</i> polymère à usage extérieur | 567 |
| 4.13 | <i>Composants</i> | 567 |
| 4.13.1 | Généralités sur les <i>composants</i> | 567 |
| 4.13.2 | <i>Composants</i> représentant un danger d'incendie | 568 |
| 4.13.3 | <i>Composants</i> faisant partie intégrante d'une enveloppe | 568 |
| 4.13.4 | <i>Composants</i> représentant un danger mécanique | 568 |
| 4.13.5 | <i>Composants</i> bobinés | 568 |
| 4.13.6 | Dispositifs de protection | 568 |
| 4.14 | Protection contre les champs électromagnétiques | 568 |
| 5 | Exigences d'essais | 569 |
| 5.1 | Généralités | 569 |
| 5.1.1 | Objectifs et classification des essais | 569 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.1.2 | Sélection des échantillons pour les essais | 569 |
| 5.1.3 | Séquence d'essais | 569 |
| 5.1.4 | Conditions de mise à la terre | 569 |
| 5.1.5 | Conditions générales d'essai | 569 |
| 5.1.6 | Conformité | 571 |
| 5.1.7 | Vue d'ensemble des essais | 571 |
| 5.2 | Spécifications des essais | 574 |
| 5.2.1 | <i>Inspections visuelles (essai de type, essai individuel de série et essai sur prélèvement)</i> | 574 |
| 5.2.2 | Essais mécaniques | 574 |
| 5.2.3 | Essais électriques | 584 |
| 5.2.4 | Essais de <i>fonctionnement anormal</i> et de défauts simulés | 603 |
| 5.2.5 | Essais de matériaux | 618 |
| 5.2.6 | Essais environnementaux (<i>essais de type</i>) | 622 |
| 5.2.7 | Essai de pression hydrostatique (<i>essai de type, essai individuel de série</i>) | 629 |
| 5.2.8 | Essai de champs électromagnétiques (CEM) (<i>essai de type</i>) | 630 |
| 6 | Exigences relatives aux informations et au marquage | 630 |
| 6.1 | Généralités | 630 |
| 6.1.1 | Vue d'ensemble | 630 |
| 6.1.2 | Documentation au format électronique | 633 |
| 6.1.3 | Instructions d'installation | 634 |
| 6.2 | Informations relatives à la sélection | 634 |
| 6.2.1 | Généralités | 634 |
| 6.2.2 | Instructions et marquages relatifs aux <i>accessoires</i> | 636 |
| 6.3 | Informations pour l'installation et la mise en service | 637 |
| 6.3.1 | Généralités | 637 |
| 6.3.2 | Considérations d'ordre mécanique | 637 |
| 6.3.3 | Environnement | 637 |
| 6.3.4 | Manutention et montage | 638 |
| 6.3.5 | <i>Température</i> de l'enveloppe | 638 |
| 6.3.6 | <i>BDM/CDM de type ouvert</i> | 638 |
| 6.3.7 | Connexions | 639 |
| 6.3.8 | Mise en service | 641 |
| 6.3.9 | Exigences de protection | 641 |
| 6.3.10 | Moteur et matériel entraîné | 646 |
| 6.3.11 | <i>Composants</i> installés sur le terrain | 646 |
| 6.4 | Informations pour l'utilisation prévue | 646 |
| 6.4.1 | Généralités | 646 |
| 6.4.2 | Réglage | 647 |
| 6.4.3 | Étiquettes, panneaux, symboles et signaux | 647 |
| 6.4.4 | Surface brûlante | 649 |
| 6.4.5 | Marquage des commandes et du dispositif | 649 |
| 6.4.6 | Stabilité des <i>BDM/CDM/PDS</i> posés au sol | 650 |
| 6.5 | Informations complémentaires | 650 |
| 6.5.1 | Généralités | 650 |
| 6.5.2 | Décharge de condensateurs | 651 |
| 6.5.3 | Mode de fonctionnement spécial – Redémarrage automatique/connexion de dérivation | 651 |

| | | |
|---|---|-----|
| 6.5.4 | Autres dangers | 651 |
| 6.5.5 | <i>BDM/CDM/PDS</i> à plusieurs sources d'alimentation | 651 |
| 6.5.6 | Connexion TP/TI..... | 652 |
| 6.5.7 | Conditions d'accès au <i>PDS/CDM/PDS haute tension</i> pendant la maintenance | 652 |
| Annex A (normative) Informations supplémentaires relatives à la protection contre les chocs électriques | | 653 |
| A.1 | Généralités | 653 |
| A.2 | Protection au moyen de la <i>CTD As</i> | 653 |
| A.3 | Protection au moyen d' <i>impédances de protection</i> | 654 |
| A.4 | Protection au moyen de tensions limitées | 655 |
| A.5 | Évaluation de la <i>tension de fonctionnement</i> des circuits..... | 655 |
| A.5.1 | Généralités..... | 655 |
| A.5.2 | Classification de la <i>tension de fonctionnement</i> | 656 |
| A.5.3 | <i>Tension de fonctionnement</i> en courant alternatif..... | 657 |
| A.5.4 | <i>Tension de fonctionnement</i> en courant continu | 657 |
| A.5.5 | <i>Tension de fonctionnement</i> pulsatoire..... | 658 |
| A.6 | Concept de mesure de protection selon 4.4 | 659 |
| A.6.1 | Généralités..... | 659 |
| A.6.2 | Concept général de protection contre les chocs électriques..... | 660 |
| A.6.3 | Exemples d'utilisation d'éléments de mesures de protection | 661 |
| Annex B (informative) Considérations relatives à la réduction du degré de pollution | | 667 |
| B.1 | Généralités | 667 |
| B.2 | Facteurs ayant un impact sur le degré de pollution | 667 |
| B.3 | Réduction des facteurs d'influence..... | 667 |
| Annex C (informative) Symboles référencés..... | | 668 |
| C.1 | Symboles utilisés | 668 |
| C.2 | Détermination du contraste | 670 |
| Annex D (normative) Évaluation des <i>distances d'isolement</i> et des <i>lignes de fuite</i> | | 671 |
| D.1 | Mesurage..... | 671 |
| D.2 | Relation entre le mesurage et le degré de pollution..... | 671 |
| D.3 | Exemples..... | 671 |
| Annex E (normative) Correction d'altitude pour les <i>distances d'isolement</i> | | 678 |
| E.1 | Facteur de correction des <i>distances d'isolement</i> à des altitudes supérieures à 2 000 m | 678 |
| E.2 | Tensions d'essai pour la vérification des <i>distances d'isolement</i> à différentes altitudes..... | 678 |
| Annex F (normative) Détermination de la <i>distance d'isolement</i> et de la <i>ligne de fuite</i> pour des fréquences supérieures à 30 kHz | | 680 |
| F.1 | Influence générale de la fréquence sur les caractéristiques de tenue..... | 680 |
| F.2 | <i>Distance d'isolement</i> | 680 |
| F.2.1 | Généralités..... | 680 |
| F.2.2 | <i>Distance d'isolement</i> pour des champs non homogènes | 681 |
| F.2.3 | <i>Distance d'isolement</i> pour des champs presque homogènes..... | 682 |
| F.3 | <i>Lignes de fuite</i> | 683 |
| F.4 | <i>Isolation solide</i> | 684 |
| F.4.1 | Généralités..... | 684 |
| F.4.2 | Distribution de champs presque uniformes sans entrefer ni vide | 684 |
| F.4.3 | Autres cas | 685 |

| | |
|--|-----|
| Annex G (informative) Sections des conducteurs ronds | 686 |
| Annex H (informative) Lignes directrices relatives à la compatibilité des DDR..... | 687 |
| H.1 Sélection du type de DDR..... | 687 |
| H.2 Formes d'ondes des courants de défaut..... | 688 |
| Annex I (informative) Exemples de réductions de la catégorie de surtension..... | 692 |
| I.1 Généralités | 692 |
| I.2 Protection par rapport à l' <i>environnement</i> (voir 4.4.7.2)..... | 692 |
| I.2.1 Circuits connectés directement au <i>réseau</i> (voir 4.4.7.2.3)..... | 692 |
| I.2.2 Circuits connectés à l' <i>alimentation non raccordée directement au réseau</i> (voir 4.4.7.2.4) | 695 |
| I.2.3 <i>Isolation</i> entre les circuits (voir 4.4.7.2.5) | 695 |
| I.3 <i>Isolation fonctionnelle</i> (voir 4.4.7.3) | 696 |
| I.4 Autres exemples | 696 |
| Annex J (informative) Seuils de brûlure pour les surfaces qui peuvent être touchées..... | 698 |
| J.1 Généralités | 698 |
| J.2 Seuils de brûlure..... | 698 |
| Annex K (informative) Tableau des potentiels électrochimiques | 701 |
| Annex L (informative) Instrument de mesure du courant de contact | 703 |
| L.1 Circuit d'essai de mesure..... | 703 |
| L.2 Exigences relatives aux instruments de mesure | 703 |
| Annex M (normative) Doigts d'épreuve pour la détermination de l'accès | 704 |
| Annex N (informative) Recommandations relatives au courant de court-circuit..... | 707 |
| Annex O (informative) Guide pour la détermination des <i>distances d'isolement</i> et des <i>lignes de fuite</i> | 708 |
| O.1 Lignes directrices relatives à la détermination des <i>distances d'isolement</i> | 709 |
| O.2 Lignes directrices relatives à la détermination des <i>lignes de fuite</i> | 710 |
| O.3 <i>Distances d'isolement</i> et <i>lignes de fuite</i> minimales pour le matériau | 711 |
| Annex P (normative) Protection des personnes contre les champs électromagnétiques pour des fréquences comprises entre 0 Hz et 300 GHz..... | 712 |
| P.1 Impact général des champs électromagnétiques sur les personnes..... | 712 |
| P.1.1 Généralités | 712 |
| P.1.2 Effets du champ électrique de basse fréquence (1 Hz à 100 kHz)..... | 712 |
| P.1.3 Effets du champ magnétique de basse fréquence (1 Hz à 100 kHz)..... | 712 |
| P.1.4 Effets du champ électrique et magnétique de basse fréquence..... | 712 |
| P.1.5 Effets du champ électromagnétique de haute fréquence (100 kHz à 300 GHz)..... | 713 |
| P.1.6 Connaissances actuelles des effets de faible niveau | 713 |
| P.1.7 Effets biologiques/effets sanitaires indésirables..... | 713 |
| P.1.8 Impact des CEM sur les implants médicaux actifs et passifs | 713 |
| P.2 Recommandations issues des Lignes directrices de l'ICNIRP en matière d'exposition aux CEM | 714 |
| P.2.1 Adoption des limites d'expositions données par l'ICNIRP..... | 714 |
| P.2.2 Limites d'exposition aux CEM pour le transport et le stockage | 716 |
| P.3 Protection des personnes contre l'exposition aux CEM | 716 |
| P.3.1 Généralités | 716 |
| P.3.2 Exigences de CEM pour les zones d'accès du public | 718 |
| P.3.3 Exigences de CEM pour les <i>zones d'accès général</i> , les <i>zones d'accès pour la maintenance</i> et les <i>zones d'accès limité</i> | 718 |
| P.3.4 Exigences de CEM pour le transport et le stockage | 718 |

| | | |
|-----------------------|---|-----|
| P.4 | Essai de champs électromagnétiques (CEM) (<i>essai de type</i>) | 719 |
| P.4.1 | Montage général d'essai pour les CEM | 719 |
| P.4.2 | Essai CEM | 719 |
| P.5 | Marquage des champs électromagnétiques (CEM) | 719 |
| Annex Q (informative) | Déconnexion automatique de l'alimentation | 720 |
| Q.1 | Temps de déconnexion maximal | 720 |
| Q.2 | <i>Liaison équipotentielle de protection</i> supplémentaire | 721 |
| Annex R (informative) | Appréciation du risque selon le Guide IEC 116 | 722 |
| R.1 | Généralités | 722 |
| R.2 | Appréciation du risque | 722 |
| Annex S (informative) | Exigences inhérentes à certains pays – États-Unis Tensions inférieures à 1,5 kV en courant alternatif ou en courant continu | 724 |
| S.0 | Généralités | 724 |
| S.1 | Domaine d'application | 724 |
| S.2 | Références normatives | 724 |
| S.3 | Termes et définitions | 725 |
| S.4 | Protection contre les dangers | 725 |
| S.4.1 | Généralités | 725 |
| S.4.2 | <i>Conditions de premier défaut et conditions anormales de fonctionnement</i> | 725 |
| S.4.3 | Protection contre les courts-circuits et les surcharges | 726 |
| S.4.4 | Protection contre les chocs électriques | 728 |
| S.4.5 | Protection contre les dangers dus à l'énergie électrique | 738 |
| S.4.6 | Protection contre les dangers d'incendie et thermiques | 738 |
| S.4.7 | Protection contre les dangers mécaniques | 739 |
| S.4.8 | <i>BDM/CDM/PDS</i> à plusieurs sources d'alimentation | 741 |
| S.4.9 | Protection contre les contraintes environnementales | 741 |
| S.4.10 | Protection contre les dangers de bruit acoustique excessif | 741 |
| S.4.11 | Câblage et raccordements | 741 |
| S.4.12 | Exigences mécaniques pour <i>les enveloppes</i> | 753 |
| S.4.200 | Dispositifs auxiliaires | 766 |
| S.4.201 | <i>Accessoires</i> | 766 |
| S.4.202 | Dispositions pour le montage | 766 |
| S.4.203 | Condensateurs | 766 |
| S.5 | Exigences d'essais | 767 |
| S.5.1 | Généralités | 767 |
| S.5.2 | Spécifications des essais | 768 |
| S.6 | Exigences relatives aux informations et au marquage | 790 |
| S.6.1 | Généralités | 790 |
| S.6.2 | Informations relatives à la sélection | 790 |
| S.6.3 | Informations pour l'installation et la mise en service | 791 |
| S.6.4 | Informations pour l'utilisation | 796 |
| S.6.5 | Informations complémentaires | 796 |
| S.200 | Évaluation des distances d'isolement et des <i>lignes de fuite</i> | 797 |
| S.200.1 | <i>Distances d'isolement et lignes de fuite</i> | 798 |
| S.201 | Référence normative et normes de <i>composants</i> | 801 |
| S.202 | Références normalisées IEC aux États-Unis | 804 |
| S.203 | Circuits secondaires isolés et circuits alimentés par batterie | 807 |
| S.203.1 | Circuits secondaires isolés | 807 |

| | | |
|--|---|-----|
| S.203.2 | Essai des circuits secondaires | 813 |
| S.203.3 | Circuits alimentés par une batterie | 815 |
| S.204 | Courants de fonctionnement du moteur à pleine charge | 816 |
| Annex T (informative) Exigences inhérentes à certains pays – Tension jusqu'à 34,5 kV | | |
| au Canada | | |
| T.0 | Généralités | 819 |
| T.1 | Domaine d'application | 819 |
| T.2 | Références normatives | 819 |
| T.3 | Termes et définitions | 821 |
| T.4 | Protection contre les dangers | 822 |
| T.4.1 | Généralités | 822 |
| T.4.2 | <i>Conditions de premier défaut et conditions anormales de fonctionnement</i> | 822 |
| T.4.3 | Protection contre les courts-circuits et les surcharges | 822 |
| T.4.4 | Protection contre les chocs électriques | 823 |
| T.4.5 | Protection contre les dangers dus à l'énergie électrique | 834 |
| T.4.6 | Protection contre les dangers d'incendie et thermiques | 834 |
| T.4.7 | Protection contre les dangers mécaniques | 836 |
| T.4.8 | <i>BDM/CDM/PDS</i> à plusieurs sources d'alimentation | 836 |
| T.4.9 | Protection contre les contraintes environnementales | 836 |
| T.4.10 | Protection contre les dangers de bruit acoustique excessif | 836 |
| T.4.11 | Câblage et raccordements | 837 |
| T.4.12 | Exigences mécaniques pour <i>les enveloppes</i> | 849 |
| T.4.13 | <i>Composants</i> | 855 |
| T.4.14 | Protection contre les champs électromagnétiques | 860 |
| T.5 | Exigences d'essais | 860 |
| T.5.1 | Généralités | 860 |
| T.5.2 | Spécifications des essais | 860 |
| T.6 | Exigences relatives aux informations et au marquage | 888 |
| T.6.1 | Généralités | 888 |
| T.6.2 | Informations relatives à la sélection | 890 |
| T.6.3 | Informations pour l'installation et la mise en service | 891 |
| T.6.4 | Informations pour l'utilisation | 894 |
| T.6.5 | Informations complémentaires | 895 |
| T.200 | Références normatives IEC remplacées par des normes CSA | 896 |
| Bibliographie | | |
| 899 | | |
| | | |
| Figure 1 | – Configuration matérielle d'un <i>PDS</i> dans une <i>installation</i> | 469 |
| Figure 2 | – Zones temps-tension pour les circuits <i>CTD A</i> et <i>CTD B</i> – Courant continu | 485 |
| Figure 3 | – Zones temps-tension pour les circuits <i>CTD A</i> et <i>CTD B</i> – Crête en courant alternatif | 486 |
| Figure 4 | – Zones temps-tension pour les <i>parties accessibles</i> conductrices | 487 |
| Figure 5 | – Exemple de disposition <i>BDM/CDM</i> relevant de la <i>protection de classe I</i> et sa <i>liaison équipotentielle de protection</i> associée | 494 |
| Figure 6 | – Exemple de disposition <i>BDM/CDM</i> relevant de la <i>protection de classe I</i> et sa <i>liaison équipotentielle de protection</i> associée par l'intermédiaire d'un contact métallique direct | 495 |
| Figure 7 | – Exemple d'interconnexions à l'intérieur du <i>BDM/CDM</i> et entre les parties du <i>PDS</i> | 549 |

| | |
|--|-----|
| Figure 8 – Exemple d'interconnexions entre les parties du <i>PDS</i> (parties du <i>BDM/CDM</i> séparées par le câblage externe)..... | 550 |
| Figure 9 – Exemple de disposition de conducteurs isolés dans un câble..... | 551 |
| Figure 10 – Cordons <i>réseau</i> détachables et connexions..... | 556 |
| Figure 11 – Espace de courbure des fils..... | 560 |
| Figure 12 – Surfaces d'enveloppes reposant et ne reposant pas sur le châssis..... | 563 |
| Figure 13 – Essai de choc à l'aide d'une bille d'acier..... | 580 |
| Figure 14 – Procédures d'essais de tension..... | 592 |
| Figure 15 – Procédure d'essai de décharge partielle..... | 594 |
| Figure 16 – Instrument d'essai de rigidité diélectrique..... | 600 |
| Figure 17 – Mandrin..... | 601 |
| Figure 18 – Position initiale du mandrin..... | 601 |
| Figure 19 – Position finale du mandrin..... | 601 |
| Figure 20 – Position de la feuille métallique sur le matériau isolant..... | 602 |
| Figure 21 – Montage d'essai de la <i>liaison équipotentielle de protection</i> | 607 |
| Figure 22 – Exemple d'essai de court-circuit entre l'accès de puissance du moteur du <i>BDM/CDM</i> et la <i>terre de protection</i> (moteur mis à la terre séparément)..... | 609 |
| Figure 23 – Exemple d'essai de court-circuit entre l'accès de puissance du moteur du <i>BDM/CDM</i> et la <i>terre de protection</i> (moteur mis à la terre par l'intermédiaire du <i>BDM/CDM</i>)..... | 609 |
| Figure 24 – Exemple d'essai de court-circuit entre l'accès de puissance de la liaison en courant continu du <i>BDM/CDM</i> et la <i>terre de protection</i> | 610 |
| Figure 25 – Valeurs interpolées du Tableau 37..... | 612 |
| Figure 26 – Circuit pour essai de formation d'arc à courant élevé..... | 618 |
| Figure 27 – Montage pour essai d'inflammation au fil chaud..... | 620 |
| Figure A.1 – Protection par la <i>CTD As</i> avec <i>protection renforcée</i> | 653 |
| Figure A.2 – Protection au moyen d' <i>impédances de protection</i> | 654 |
| Figure A.3 – Protection au moyen de tensions limitées..... | 655 |
| Figure A.4 – Forme d'onde classique d'une <i>tension de fonctionnement</i> en courant alternatif..... | 657 |
| Figure A.5 – Forme d'onde classique d'une <i>tension de fonctionnement</i> en courant continu..... | 657 |
| Figure A.6 – Forme d'onde classique d'une <i>tension de fonctionnement</i> pulsatoire..... | 658 |
| Figure A.7 – Mesures de protection selon les paragraphes 4.4.1 à 4.4.5 pour la protection contre les <i>chocs électriques</i> en prenant en considération les <i>BDM/CDM/PDS</i> relevant de la <i>classe de protection I</i> et de la <i>classe protection II</i> | 660 |
| Figure A.8 – Mesures de protection selon les paragraphes 4.4.1 à 4.4.5 pour la protection contre les <i>chocs électriques</i> en prenant en considération les <i>BDM/CDM/PDS</i> et circuits <i>CTD As</i> relevant de la <i>classe protection III</i> | 661 |
| Figure D.1 – Exemple de mesurage incluant une rainure..... | 672 |
| Figure D.2 – Exemple de mesurage incluant une rainure..... | 672 |
| Figure D.3 – Exemple de mesurage incluant une rainure..... | 672 |
| Figure D.4 – Exemple de mesurage incluant une nervure..... | 672 |
| Figure D.5 – Exemple de mesurage assurant une protection de type 2..... | 673 |
| Figure D.6 – Exemple de mesurage assurant une protection de type 1..... | 673 |
| Figure D.7 – Exemple de mesurage assurant une protection de type 1..... | 673 |

| | |
|--|-----|
| Figure D.8 – Exemple de mesure assurant une protection de type 1 | 674 |
| Figure D.9 – Exemple de mesure incluant une barrière (joints scellés)..... | 674 |
| Figure D.10 – Exemple de mesure incluant une barrière | 674 |
| Figure D.11 – Exemple de mesure incluant une ouverture..... | 675 |
| Figure D.12 – Exemple de mesure incluant une ouverture..... | 675 |
| Figure D.13 – Exemple de mesure incluant une partie conductrice flottante | 676 |
| Figure D.14 – Exemple de mesure dans une couche interne de carte de circuit imprimé | 676 |
| Figure D.15 – Exemple de mesure dans une enveloppe de matériau isolant | 677 |
| Figure F.1 – Schéma de dimensionnement des <i>distances d'isolement</i> au-dessus de 30 kHz | 681 |
| Figure F.2 – Schéma de dimensionnement des <i>lignes de fuite</i> au-dessus de 30 kHz | 683 |
| Figure F.3 – Intensité du champ admise pour le dimensionnement de <i>l'isolation solide</i> selon la Formule (F.1)..... | 685 |
| Figure H.1 – Organigramme conduisant à la sélection du type de DDR en amont d'un <i>PDS</i> | 687 |
| Figure H.2 – Symboles pour le marquage en fonction du type de DDR..... | 688 |
| Figure H.3 – Formes d'ondes des courants de défaut dans des montages avec <i>BDM/CDM/PDS</i> | 691 |
| Figure I.1 – Évaluation de la <i>protection principale</i> pour les circuits connectés à l'origine du <i>réseau de l'installation</i> | 692 |
| Figure I.2 – Évaluation de la <i>protection principale</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> | 693 |
| Figure I.3 – Évaluation de la <i>protection principale</i> pour les <i>BDM/CDM/PDS</i> monophasés et triphasés non <i>connectés en permanence</i> au <i>réseau</i> | 693 |
| Figure I.4 – Évaluation de la <i>protection principale</i> pour les circuits connectés à l'origine du <i>réseau de l'installation</i> où des SPD internes sont utilisés | 693 |
| Figure I.5 – Évaluation de la <i>protection principale</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> où des SPD internes sont utilisés | 694 |
| Figure I.6 – Exemple d'évaluation de la <i>protection renforcée</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> où des SPD internes sont utilisés | 694 |
| Figure I.7 – Exemple d'évaluation de la <i>protection renforcée</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> où des SPD internes sont utilisés | 694 |
| Figure I.8 – Exemple d'évaluation de la <i>protection renforcée</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> où des SPD internes sont utilisés | 695 |
| Figure I.9 – Évaluation de la <i>protection principale</i> pour les circuits connectés à <i>l'alimentation non raccordée directement au réseau</i> | 695 |
| Figure I.10 – Évaluation de la <i>protection principale</i> pour les circuits connectés à l'origine de <i>l'alimentation non raccordée directement à l'installation</i> | 695 |
| Figure I.11 – Évaluation de <i>l'isolation fonctionnelle</i> dans les circuits affectés par des transitoires externes | 696 |
| Figure I.12 – Évaluation de la <i>protection principale</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> et pour un circuit <i>non raccordé directement au réseau</i> | 696 |
| Figure I.13 – Évaluation de <i>l'isolation</i> pour les circuits accessibles de la <i>CTD As</i> | 697 |
| Figure J.1 – Seuil de brûlure diffusé lorsque la peau est en contact avec une surface lisse brûlante en métal nu (non revêtu) | 698 |
| Figure J.2 – Hausse du seuil de brûlure diffusé de la Figure J.1 pour les métaux revêtus d'une gomme-laque d'une épaisseur de 50 µm, 100 µm et 150 µm | 699 |

| | |
|---|-----|
| Figure J.3 – Hausse du seuil de brûlure diffusé de la Figure J.1 pour les métaux revêtus de matériaux spécifiques | 699 |
| Figure J.4 – Seuil de brûlure diffusé lorsque la peau est en contact avec une surface lisse brûlante en céramique, en verre et en pierre..... | 700 |
| Figure J.5 – Seuil de brûlure diffusé lorsque la peau est en contact avec une surface lisse brûlante en plastique | 700 |
| Figure L.1 – Circuit d'essai de mesure | 703 |
| Figure M.1 – Calibre sphérique de 50 mm selon l'IEC 61032:1997, doigt d'essai A | 704 |
| Figure M.2 – Doigt d'essai assemblé selon l'IEC 61032:1997, doigt d'essai B | 705 |
| Figure M.3 – Tige d'essai de 2,5 mm selon l'IEC 61032:1997, doigt d'essai C..... | 706 |
| Figure M.4 – Doigt d'essai sphérique de 12,5 mm selon l'IEC 61032:1997, doigt d'essai 2 | 706 |
| Figure O.1 – Organigramme des <i>distances d'isolement</i> | 709 |
| Figure O.2 – Organigramme des <i>lignes de fuite</i> | 710 |
| Figure S.1 – Calibre articulé avec butée | 757 |
| Figure S.2 – Détermination du courant pour des circuits de 10 000 A au maximum..... | 779 |
| Figure S.3 – Courant coupé limité de crête | 784 |
| Figure S.4 – Application de la règle de Simpson à l'oscillogramme de courant de fusible pour obtenir le courant coupé limité I^2_t | 785 |
| Figure S.5 – Joint serré | 798 |
| Figure T.1 – Acheminement des conducteurs à travers une barrière métallique | 843 |
| Figure T.2 – Espace de courbure des fils | 848 |
| Figure T.3 – Circuit d'essai en utilisant la Formule TT.1..... | 871 |
| Figure T.4 – Circuit d'essai en utilisant la Formule TT.2..... | 871 |
| Figure T.5 – Circuit d'essai en utilisant la Formule TT.3..... | 872 |
| Figure T.6 – Circuit d'essai en utilisant la Formule TT.4..... | 872 |
| Figure T.7 – Sensibilité de l'ensemble d'essais classique..... | 873 |
| Figure T.8 – Détermination du courant et du facteur de puissance des circuits de 10 000 A maximum | 884 |
| | |
| Tableau 1 – Liste alphabétique des termes (dans l'ordre alphabétique des termes anglais)..... | 458 |
| Tableau 2 – Limites de tension pour les <i>classes de tension déterminantes</i> | 484 |
| Tableau 3 – Exigences de protection pour les circuits à l'étude..... | 488 |
| Tableau 4 – Section du <i>conducteur de mise à la terre de protection</i> | 497 |
| Tableau 5 – Définitions des degrés de pollution | 506 |
| Tableau 6 – <i>Tension de tenue aux chocs et surtension temporaire</i> en fonction de la <i>tension système</i> des circuits <i>basse tension</i> | 509 |
| Tableau 7 – <i>Tension de tenue aux chocs et surtension temporaire</i> en fonction de la <i>tension système</i> des circuits haute tension | 509 |
| Tableau 8 – <i>Distance d'isolement</i> pour l' <i>isolation fonctionnelle</i> , l' <i>isolation principale</i> ou l' <i>isolation supplémentaire n</i> | 514 |
| Tableau 9 – Classification des matériaux isolants | 517 |
| Tableau 10 – <i>Lignes de fuite</i> | 518 |
| Tableau 11 – Exigences relatives au matériau <i>isolant</i> | 522 |

| | |
|--|-----|
| Tableau 12 – Distance par rapport aux <i>parties actives</i> non isolées pour la prise en considération du HWI, du HAI et de l'IRC..... | 522 |
| Tableau 13 – Matériaux génériques pour le matériau <i>isolant</i> | 523 |
| Tableau 14 – Épaisseur du matériau pelliculé ou ruban selon les exigences d' <i>isolation</i> | 524 |
| Tableau 15 – Limites pour les sources d'alimentation sans dispositif de protection contre les <i>surintensités</i> | 532 |
| Tableau 16 – Limites pour les sources d'alimentation avec dispositif de protection contre les <i>surintensités</i> | 533 |
| Tableau 17 – Températures maximales totales mesurées pour les <i>composants</i> et les matériaux internes | 537 |
| Tableau 18 – Températures maximales mesurées des <i>parties accessibles</i> du <i>BDM/CDM/PDS</i> | 539 |
| Tableau 19 – Épaisseur de paroi minimale de la tuyauterie..... | 542 |
| Tableau 20 – Conditions de service environnementales | 547 |
| Tableau 21 – Espace de courbure des fils des bornes à l' <i>enveloppe</i> | 559 |
| Tableau 22 – Épaisseur des tôles d' <i>enveloppes</i> électriques: acier au carbone ou acier inoxydable | 564 |
| Tableau 23 – Épaisseur des tôles d' <i>enveloppes</i> électriques: aluminium, cuivre ou laiton | 565 |
| Tableau 24 – Conditions environnementales pour les essais | 570 |
| Tableau 25 – Vue d'ensemble des essais | 571 |
| Tableau 26 – Valeurs de traction pour la fixation des poignées et organes de contrôle manuels..... | 582 |
| Tableau 27 – Valeurs pour les essais physiques du support d'attache de l' <i>enveloppe</i> | 582 |
| Tableau 28 – Essai de <i>tension de tenue aux chocs</i> | 585 |
| Tableau 29 – Tension de l'essai de <i>tension de tenue aux chocs</i> pour les <i>BDM/CDM/PDS basse tension</i> | 586 |
| Tableau 30 – Tension de l'essai de <i>tension de tenue aux chocs</i> pour les <i>BDM/CDM/PDS haute tension</i> | 587 |
| Tableau 31 – <i>Tension d'essai alternative ou continue pour circuits raccordés directement au réseau basse tension</i> | 589 |
| Tableau 32 – Tension d'essai alternative ou continue pour circuits raccordés directement au <i>réseau haute tension</i> | 589 |
| Tableau 33 – Tension d'essai alternative ou continue pour les circuits raccordés à l' <i>alimentation non raccordée directement au réseau sans surtension temporaire</i> | 590 |
| Tableau 34 – Paramètre pour l'essai de tension en courant alternatif ou en courant continu du <i>BDM/CDM/PDS</i> | 593 |
| Tableau 35 – Essai de décharge partielle | 594 |
| Tableau 36 – <i>Courant de court-circuit présumé</i> pour l'essai par rapport au courant d'entrée assigné du <i>BDM/CDM/PDS</i> | 605 |
| Tableau 37 – Délai de déclenchement maximal pour l'essai de la <i>protection électronique contre les surcharges du moteur</i> | 611 |
| Tableau 38 – Essais environnementaux..... | 623 |
| Tableau 39 – Procédure de préconditionnement ou de recouvrement pour les essais climatiques (<i>essai de type</i>) | 624 |
| Tableau 40 – Essai de chaleur sèche (régime permanent) (<i>essai de type</i>) | 624 |
| Tableau 41 – Essai à basse température (<i>essai de type</i>) | 625 |
| Tableau 42 – Essai de chaleur humide (régime permanent) (<i>essai de type</i>)..... | 626 |
| Tableau 43 – Essai de chaleur humide (cyclique) (<i>essai de type</i>)..... | 627 |

| | |
|---|-----|
| Tableau 44 – Essai de vibration | 628 |
| Tableau 45 – Essai de brouillard salin | 628 |
| Tableau 46 – Essai de poussière | 629 |
| Tableau 47 – Essai de sable | 629 |
| Tableau 48 – Exigences d'informations | 631 |
| Tableau A.1 – Configurations de la protection contre les chocs électriques..... | 663 |
| Tableau C.1 – Symboles utilisés | 668 |
| Tableau D.1 – Largeur des rainures en fonction du degré de pollution | 671 |
| Tableau E.1 – Facteur de correction pour les <i>distances d'isolement</i> à des altitudes comprises entre 2 000 m et 20 000 m | 678 |
| Tableau E.2 – Tensions d'essai pour la vérification des <i>distances d'isolement</i> à différentes altitudes | 679 |
| Tableau F.1 – Valeurs minimales des <i>distances d'isolement</i> à la pression atmosphérique dans des conditions de champ non homogènes | 682 |
| Tableau F.2 – Facteurs multiplicatifs pour les <i>distances d'isolement</i> à la pression atmosphérique pour des conditions de champs presque homogènes | 682 |
| Tableau F.3 – Valeurs minimales des <i>lignes de fuite</i> pour différentes plages de fréquences..... | 684 |
| Tableau G.1 – Sections normalisées des conducteurs ronds..... | 686 |
| Tableau K.1 – Tableau des potentiels électrochimiques | 702 |
| Tableau O.1 – <i>Distances d'isolement</i> et <i>lignes de fuite</i> minimales pour le matériau | 711 |
| Tableau P.1 – Limites de CEM pour une exposition de la population générale | 715 |
| Tableau P.2 – Limites de CEM pour une exposition des travailleurs..... | 716 |
| Tableau P.3 – Limites pour une induction magnétique de champs magnétiques statiques..... | 716 |
| Tableau P.4 – Vue d'ensemble des essais CEM | 719 |
| Tableau 41.1 – Temps de déconnexion maximaux | 720 |
| Tableau R.1 – Appréciation du risque | 722 |
| Tableau S.1 – Dimension du conducteur de liaison | 729 |
| Tableau S.2 – Durée de circulation du courant pour l'essai du conducteur de liaison | 730 |
| Tableau S.3 – Capacité d'essai de court-circuit du conducteur de liaison..... | 730 |
| Tableau S.4 – Caractéristique assignée minimale du dispositif de protection contre les <i>surintensités</i> | 732 |
| Tableau S.5 – Dimensions des traversées | 733 |
| Tableau S.6 – <i>BDM/CDM/PDS</i> destinés à être installés dans un circuit d'alimentation | 734 |
| Tableau S.7 – <i>Matériaux génériques pour les barrières</i> | 736 |
| Tableau S.8 – Épaisseur de paroi minimale de la tuyauterie | 740 |
| Tableau S.9 – Courant permanent admissible du cordon souple | 744 |
| Tableau S.10 – Courants d'alimentation assignés des conducteurs isolés..... | 748 |
| Tableau S.11 – Espace de courbure du câble aux bornes de l'équipement de conversion de puissance sous enveloppe | 750 |
| Tableau S.12 – Protection contre les <i>surintensités</i> | 751 |
| Tableau S.13 – Dispositif de protection prévu du circuit de dérivation | 752 |
| Tableau S.14 – Ouvertures dans les <i>enveloppes</i> | 758 |
| Tableau S.15 – Ajout au Tableau 3 de l'UL 50:2015: Épaisseur de tôle des <i>enveloppes</i> – Acier au carbone ou acier inoxydable | 760 |

| | |
|---|-----|
| Tableau S.16 – Ajout au Tableau 4 de l'UL 50: Épaisseur de tôle des <i>enveloppes</i> – aluminium, cuivre ou laiton | 761 |
| Tableau S.17 – Dimensions des ouvertures défonçables | 764 |
| Tableau S.18 – Valeurs de tension pour les essais | 767 |
| Tableau S.19 – Tensions d'essai de tension en courant alternatif ou en courant continu..... | 770 |
| Tableau S.20 – Largeur des bus de raccordement en cuivre | 771 |
| Tableau S.21 – Conditions d'essai de ligne de production..... | 772 |
| Tableau S.22 – Facteur de puissance des circuits d'essai pour des dispositifs assignés à 600 V ou moins..... | 789 |
| Tableau S.23 – <i>Distances d'isolement et lignes de fuite</i> minimales au niveau des bornes pour câblage externe jusqu'à 600 V | 799 |
| Tableau S.24 – <i>Distances d'isolement et lignes de fuite</i> minimales au niveau des bornes pour câblage externe supérieures à 600 V | 800 |
| Tableau S.25 – <i>Distances d'isolement et lignes de fuite</i> au niveau des bornes pour câblage externe des environnements de degré de pollution 2 | 800 |
| Tableau S.26 – Références normatives IEC qui ne s'appliquent pas | 804 |
| Tableau S.27 – Références normatives IEC remplacées par des normes américaines | 805 |
| Tableau S.28 – Circuits secondaires, différences dans l'évaluation..... | 807 |
| Tableau S.29 – Courants de fonctionnement du moteur à pleine charge, en ampères, correspondant à différentes caractéristiques assignées de cheval-vapeur en courant alternatif | 817 |
| Tableau S.30 – Courants de fonctionnement du moteur à pleine charge, en ampères, correspondant à différentes caractéristiques assignées de cheval-vapeur en courant continu..... | 818 |
| Tableau T.1 – Dimension et nombre de conducteurs de liaison par terminaison..... | 824 |
| Tableau T.2 – Dimension du conducteur de liaison | 825 |
| Tableau T.3 – <i>Distances d'isolement et lignes de fuite</i> minimales sur les bornes pour câblage externe | 827 |
| Tableau T.4 – Dimensions des traversées | 829 |
| Tableau T.5 – Tensions d'essai pour vérifier les <i>distances d'isolement</i> | 831 |
| Tableau T.6 – Tensions d'essai pour la vérification des <i>distances d'isolement</i> à l'aide de valeurs efficaces en courant alternatif..... | 832 |
| Tableau T.7 – Matériau générique acceptable en tant que barrière | 832 |
| Tableau T.8 – courant permanent admissible des conducteurs en cuivre isolés à l'intérieur d' <i>enveloppes</i> d'équipement de commande industriel (en fonction d'une <i>température ambiante</i> de 40 °C) | 837 |
| Tableau T.9 – Facteurs de correction du courant permanent admissible pour plusieurs groupes de conducteurs..... | 837 |
| Tableau T.10 – Espace de câblage | 838 |
| Tableau T.11 – Espace de courbure des fils | 839 |
| Tableau T.12 – Courants de fonctionnement du moteur à pleine charge, en ampères, correspondant aux caractéristiques assignées de cheval-vapeur en courant alternatif | 840 |
| Tableau T.13 – Courants de fonctionnement du moteur à pleine charge, en ampères, correspondant aux caractéristiques assignées de cheval-vapeur en courant continu..... | 841 |
| Tableau T.14 – Espace de courbure des fils | 843 |
| Tableau T.15 – Valeurs d'essai des bornes de câblage de <i>BDM/CDM/PDS</i> | 846 |
| Tableau T.16 – Courant permanent admissible des conducteurs en fonction des caractéristiques assignées de cycle de service de la résistance | 847 |

| | |
|---|-----|
| Tableau T.17 – Épaisseur de tôle des <i>enveloppes</i> – Acier au carbone ou acier inoxydable | 851 |
| Tableau T.18 – Épaisseur de tôle des <i>enveloppes</i> – Aluminium, cuivre ou laiton | 852 |
| Tableau T.19 – Caractéristique assignée acceptable maximale du dispositif de protection contre les <i>surintensités</i> primaire | 856 |
| Tableau T.20 – Caractéristique assignée acceptable minimale du dispositif de protection contre les <i>surintensités</i> secondaire..... | 857 |
| Tableau T.21 – Protection contre les <i>surintensités</i> – Conducteurs en cuivre | 857 |
| Tableau T.22 – Valeurs d'essai de rigidité diélectrique des <i>BDM/CDM/PDS haute tension</i> , kV..... | 860 |
| Tableau T.23 – Couple de serrage pour l'essai des entrées de conduit des <i>enveloppes</i> polymères | 863 |
| Tableau T.24 – Moment de flexion | 863 |
| Tableau T.25 – Formules de sensibilité du circuit d'essai..... | 870 |
| Tableau T.26 – Courants d'alimentation assignés des conducteurs isolés..... | 876 |
| Tableau T.27 – Dimension des connexions du bus de raccordement en cuivre pour l'essai de température..... | 877 |
| Tableau T.28 – Valeurs d'essai de court-circuit..... | 878 |
| Tableau T.29 – Facteur de puissance de court-circuit | 883 |
| Tableau T.30 – Traduction des marquages | 889 |
| Tableau T.31 – Références normatives IEC remplacées par des normes CSA | 896 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 5-1: Exigences de sécurité – Électrique, thermique et énergétique

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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.

L'IEC 61800-5-1 a été établie par le sous-comité 22G: Systèmes d'entraînement électrique de puissance à vitesse variable (PDS), du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2007 et l'Amendement 1:2016. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) harmonisation avec l'IEC 62477-1:2022;
- b) harmonisation avec l'UL 61800-5-1 et la CSA C22.2 N° 274, incluant une annexe contenant une liste des divergences nationales qui ont été considérées comme étant impossibles à harmoniser dans un délai raisonnable;
- c) informations plus détaillées relatives à l'évaluation des composants selon l'IEC 61800-5-1 et les normes pertinentes relatives aux composants de sécurité;
- d) exigences mises à jour concernant les dangers mécaniques, y compris plusieurs classifications IP.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

| Projet | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 22G/455/FDIS | 22G/457/RVD |

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Dans le présent document, les termes en *italique* sont définis à l'Article 3.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'Annex S et l'Annex T énumèrent tous les articles traitant des différences inhérentes à certains pays à caractère moins permanent par rapport au sujet du présent document.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61800, publiées sous le titre général *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu du présent document 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 au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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 ce document en utilisant une imprimante couleur.

Le contenu du corrigendum 1 (2023-09) a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

0.1 Généralités

Le présent document contient la révision de l'IEC 61800-5-1:2007 et de l'IEC 61800-5-1:2007/AMD1:2016.

Plusieurs enjeux importants ont orienté le périmètre et la démarche choisie pour la maintenance de l'IEC 61800-5-1:2007 lors du développement du présent document.

Les modifications majeures par rapport à l'IEC 61800-5-1:2007 sont les suivantes.

a) La structure et le contenu s'appuient sur l'IEC 62477-1 en ce qui concerne les modifications et les nouvelles rubriques, telles que

- l'Article 1: Domaine d'application mis à jour pour inclure *BDM/CDM/PDS* d'émission et de transmission radio.
- 4.1, 5.1, 6.1: "Utilisation prévue" incluse.
- 4.2: Analyse du fonctionnement anormal et des conditions de premier défaut (retravaillé de manière significative).
- 4.3: Protection contre les courts-circuits et les surcharges incluse en tant que nouveau paragraphe.
- 4.4 et l'Annex A: Protection contre les chocs électriques mis à jour selon l'IEC 61140 (2016) et l'IEC 60364-4-41, y compris la coordination de l'isolement selon l'IEC 60664 (toutes les parties) en prenant en considération:
 - 4.4.2 – Classe de tension déterminante (en particulier CTD As pour les conditions sèche, humide et humide et salée); le Tableau 2 et le Tableau 3 retravaillés;
 - 4.4.3 – Protection principale (retravaillé);
 - 4.4.4 – Protection en cas de défaut (retravaillé);
 - 4.4.5 – Protection renforcée (retravaillé);
 - 4.4.7 – Isolation (retravaillé):
 - 4.4.7.1.2 – Tension de fonctionnement (nouveau);
 - 4.4.7.1.8 – Isolation par pontage des composants (nouveau);
 - 4.4.7.7 – *distance d'isolement* et *lignes de fuite* d'une carte de circuit imprimé et des ensembles de composants pour une isolation fonctionnelle (retravaillé);
 - 4.4.7.8 – Isolation solide (nouveau/retravaillé);
 - 4.4.7.9 – Raccordement des parties de l'isolation solide (joints scellés) (nouveau);
 - 4.4.8/l'Annex H – Compatibilité avec les DDR (retravaillés);
 - 4.4.10 – Conditions d'accès pour un *PDS haute tension* (nouveau).
- 4.5: Protection contre les dangers dus à l'énergie (nouveau).
- 4.6: Protection contre les dangers d'incendie et thermiques (nouveau).
- 4.7: Protection contre les dangers mécaniques (nouveau).
- 4.8: *BDM/CDM/PDS* à plusieurs sources d'alimentation (nouveau).
- 4.9: Protection contre les contraintes environnementales (nouveau) (aligné sur l'IEC 61800-2).
- 4.11: Câblage et raccordements mis à jour (retravaillé de manière significative).
- 4.12: Enveloppe mise à jour (retravaillé de manière significative).
- 4.13 Bibliographie: Évaluation des composants (nouveaux).

- 4.14 Annex P: Protection contre les champs électromagnétiques (nouveaux).
- l'Article 5: Mis à jour avec quelques exigences d'essai supplémentaires/modifiées:
 - 5.2.2.2 – Essai de non-accessibilité (retravaillé de manière significative);
 - 5.2.2.3 – Essai d'intégrité de l'enveloppe (classification IP) (retravaillé de manière significative);
 - 5.2.2.4 – Essais d'intégrité de l'enveloppe (nouveau);
 - 5.2.2.5 – Essai des *BDM/CDM/PDS* fixés au mur ou au plafond (nouveau);
 - 5.2.2.6 – Essai de fixation des poignées et organes de contrôle manuels (nouveau);
 - 5.2.2.7 – Essai de relâchement des contraintes (nouveau);
 - 5.2.3.7 – Essai de mesure du courant de contact (retravaillé);
 - 5.2.3.9 – Source de puissance limitée (nouveau);
 - 5.2.3.11 – Essai de la liaison équipotentielle de protection (nouveau);
 - 5.2.3.12 – Essai à l'entrée du circuit (nouveau);
 - 5.2.3.13 – Procédure d'essai normalisée – matériau pelliculé (nouveau);
 - 5.2.3.14 – Procédure d'essai pour la détermination de la tension de fonctionnement (nouveau);
 - 5.2.3.16 – Préconditionnement de matériau (retravaillé);
 - 5.2.4.4 – Essai de court-circuit de la liaison équipotentielle de protection (nouveau);
 - 5.2.4.9 – Essai de surcharge en sortie (nouveau);
 - 5.2.4.13.5 – Couverture des ouvertures pour l'essai d'air de refroidissement (essai de type) (nouveau);
 - 5.2.5.6 – Essai des joints scellés (nouveau);
 - 5.2.7 – Essai de pression hydrostatique (nouveau);
 - 5.2.8 – Essai de champs électromagnétiques (CEM) (nouveau).
- l'Article 6: – Mise à jour avec un marquage plus spécifique.
 - Structure alignée sur l'IEC 62477-1 de façon la plus étroite possible;
 - Tableau 48 simplifié.
- Annex A – Informations supplémentaires relatives à la protection contre les chocs électriques (retravaillée).
- Annex C – Symboles référencés (retravaillée).
- Annex E – Correction d'altitude pour les *distances d'isolement* (retravaillée).
- Annex F – Détermination de la *distance d'isolement* et de la *ligne de fuite* pour des fréquences supérieures à 30 kHz (retravaillée).
- Annex H – Lignes directrices relatives à la compatibilité des DDR (retravaillée).
- Annex M – Doigt d'épreuve pour la détermination de l'accès (nouvelle).
- Annex O – Guide pour la détermination des *distances d'isolement* et des *lignes de fuite* (nouvelle).
- Annex P – Protection des personnes contre les champs électromagnétiques pour des fréquences comprises entre 0 Hz et 300 GHz (nouvelle).
- Annex Q – Déconnexion automatique de l'alimentation (nouvelle).
- Annex R – Évaluation des risques du Guide 116 incluse (nouvelle).
- Bibliographie – Normes pertinentes en matière de sécurité des composants (nouvelle).

b) Harmonisation avec l'UL 61800-5-1

L'ensemble du document a été modifié en tenant compte des divergences nationales pour les États-Unis de l'UL 61800-5-1. Les divergences nationales pour les États-Unis de l'UL 61800-5-1 impossibles à harmoniser ont été placées dans l'Annex S.

c) Harmonisation avec la CSA C22.2 N° 274

- Compte tenu du délai court, seules quelques rubriques ont été harmonisées.
- Les divergences nationales canadiennes de la CSA 22.0 N°274 impossibles à harmoniser ont été placées dans l'Annex T.

d) Harmonisation avec l'UL 347A

- Quelques rubriques pertinentes ont été harmonisées en prenant en considération les aspects de sécurité relatifs aux *BDM/CDM/PDS haute tension*.

Une harmonisation plus importante de l'IEC 61800-5-1 est attendue. Dans ce cadre, les futures éditions de l'IEC 61800-5-1 prendra en considération le contenu de l'UL 61800-5-1, de la CSA C22.2 N° 274 et de l'UL 347A.

0.2 Commentaires du secteur industriel et des comités nationaux

L'utilisation de l'IEC 61800-5-1:2007 par les fabricants et les organismes d'essai depuis sa publication a permis d'identifier plusieurs sujets considérés comme étant utiles à la mise en œuvre ou des sujets qui nécessitent des informations supplémentaires pour une meilleure compréhension de l'intention de l'exigence spécifique. Ces sujets sont également mis en œuvre dans le présent document.

0.3 Exigences couvertes par les autres parties pertinentes de la série IEC 61800

- les exigences générales pour les *systèmes d'entraînement de puissance* en courant continu sont couvertes par l'IEC 61800-1;
- les exigences générales pour les *systèmes d'entraînement de puissance* en courant alternatif sont couvertes par l'IEC 61800-2;
- les aspects relatifs à la CEM sont couverts par l'IEC 61800-3;
- les aspects relatifs à la sécurité fonctionnelle sont couverts par l'IEC 61800-5-2;
- les aspects relatifs à la sécurité fonctionnelle des codeurs sont couverts par l'IEC 61800-5-3;
- les aspects relatifs au type de régime de charge sont couverts par l'IEC TR 61800-6;
- Les aspects relatifs aux profils de communication sont couverts par l'IEC 61800-7 (toutes les parties);
- les aspects relatifs à la tension de *l'interface de puissance* sont couverts par l'IEC TS 61800-8;
- les aspects relatifs à l'écoconception sont couverts par l'IEC 61800-9 (toutes les parties);

Le document suivant ne fait pas partie de la série IEC 61800, mais il est souvent utilisé comme partie intégrante du BDM:

- les convertisseurs à alimentation active sont couverts par l'IEC TS 62578.

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 5-1: Exigences de sécurité – Électrique, thermique et énergétique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61800 spécifie les exigences relatives aux *entraînements électriques de puissance (PDS – power drive system)* à vitesse variable ou leurs éléments, en ce qui concerne les dangers électriques, thermiques, d'incendie, mécaniques et énergétiques, et d'autres risques appropriés. Elle ne couvre pas le matériel entraîné, à l'exception des exigences relatives aux interfaces. Elle s'applique aux *PDS* à vitesse variable qui incluent la conversion de puissance, la commande de *module d'entraînement principal (BDM)/module d'entraînement complet (CDM)* et un ou plusieurs moteurs.

Les *BDM/CDM* pour les véhicules électriques et les véhicules de traction sont exclus.

Elle s'applique aux *PDS* électriques à vitesse variable basse tension destinés à alimenter un ou plusieurs *moteurs* à partir d'un *BDM/CDM* relié à des tensions entre phases allant jusqu'à 1,0 kV inclus en courant alternatif (50 Hz ou 60 Hz) et jusqu'à 1,5 kV inclus en courant continu.

Elle s'applique également aux *PDS* électriques à vitesse variable haute tension destinés à alimenter un ou plusieurs *moteurs* à partir d'un *BDM/CDM* relié à des tensions entre phases allant jusqu'à 35 kV inclus en courant alternatif (50 Hz ou 60 Hz) et jusqu'à 52 kV inclus en courant continu.

NOTE 1 Au moment de la publication du présent document, la limite de tension technique supérieure des moteurs en courant continu est de 2,25 kV en courant continu.

NOTE 2 Les limites de tension et de fréquence ci-dessus reflètent le domaine d'application de l'IEC 61800-1 et de l'IEC 61800-2.

NOTE 3 Pour les *PDS* électriques à vitesse variable non couverts par le domaine d'application du présent document, les exigences applicables d'autres normes (l'IEC 62477-1 et l'IEC 62477-2, par exemple) peuvent être utilisées.

Le présent document s'applique également aux *PDS* qui émettent ou reçoivent intentionnellement des ondes radioélectriques pour les besoins de la communication radio.

Les moteurs pour matériels entraînés (voir la Figure 1) sont couverts par l'IEC 60034 (toutes les parties).

NOTE 4 Dans certains cas, les exigences de sécurité du *PDS* (par exemple la protection contre l'accès aux parties dangereuses) peuvent nécessiter l'utilisation de composants spéciaux et/ou de mesures supplémentaires.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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 (toutes les parties), *Machines électriques tournantes*

IEC 60034-1:2022, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

IEC 60034-5:2020, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale de machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

IEC 60050-112, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 112: Grandeurs et unités* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-113, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 113: Physique pour l'électrotechnique* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-114, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 114: Électrochimie* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-131, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 131: Théorie des circuits* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-151, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-161, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 161: Compatibilité électromagnétique* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-192, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 192: Sécurité de fonctionnement* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-426, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 426: Atmosphères explosives* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-441, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 441: Appareillage et fusibles* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-442, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 442: Petit appareillage* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-551, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 551: Électronique de puissance* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-601, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-826, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 826: Installations électriques* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60050-903, *Vocabulaire électronique international (IEV) – Partie 903: Appréciation du risque* (disponible à l'adresse suivante: www.electropedia.org)

IEC 60068-2-1:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-6:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-52:2017, *Essais d'environnement – Partie 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

IEC 60068-2-68:1994, *Essais d'environnement – Partie 2-68: Essais – Essai L: Poussière et sable*

IEC 60068-2-78:2012, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60204-11:2018, *Sécurité des machines – Équipement électrique des machines – Partie 11: Exigences pour les équipements fonctionnant à des tensions supérieures à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu et ne dépassant pas 36 kV*

IEC 60320 (toutes les parties), *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues*

IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

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 60364-5-54:2011, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Installations de mise à la terre et conducteurs de protection*
IEC 60364-5-54:2011/AMD1:2021

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

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
IEC 60529:1989/AMD1:1999
IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60617, *Symboles graphiques pour schémas* (disponible à l'adresse suivante: <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60664-3:2016, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'emportage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60664-4:2005, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 4: Considérations sur les contraintes de tension à haute fréquence*

IEC 60695-2-10:2021, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2021, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis (GWEPT))*

IEC 60695-2-13:2021, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-13: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai de température d'allumage au fil incandescent (GWIT) pour matériaux*

IEC 60695-10-2:2014, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-2: Chaleurs anormales – Essai à la bille*

IEC 60695-11-10:2013, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flamme d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

IEC 60695-11-20:2015, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-20: Flamme d'essai – Méthode d'essai à la flamme de 500 W*

IEC 60721-3-3:1994, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries¹*

IEC 60721-3-3:1994/AMD1:1995

IEC 60721-3-3:1994/AMD2:1996

IEC 60721-3-4:2019, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation à poste fixe, non protégé contre les intempéries*

IEC 60730-1:2013, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60730-1:2013/AMD1:2015

IEC 60730-1:2013/AMD2:2020

IEC 60755:2017, *General safety requirements for residual current operated protective devices* (disponible en anglais seulement)

IEC 60799:2018, *Petit appareillage électrique – Cordons-connecteurs et cordons-connecteurs d'interconnexion*

IEC 60947-4-1:2018, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*

IEC 60990:2016, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

IEC 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

IEC 61084 (toutes les parties), *Systèmes de goulottes et systèmes de conduits-profilés pour installations électriques*

IEC 61180:2016, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Définitions, exigences et modalités relatives aux essais, matériel d'essai*

IEC 61189-3:2007, *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles – Partie 3: Méthodes d'essai des structures d'interconnexion (cartes imprimées)*

IEC 61230:2008, *Travaux sous tension – Équipements portables de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit*

IEC 61386 (toutes les parties), *Systèmes de conduits pour la gestion du câblage*

¹ Cette publication a été retirée.

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 62109-1:2010, *Sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes photovoltaïques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 62271-102:2018, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

IEC 62477-1:2022, *Exigences de sécurité applicables aux systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance – Partie 1: Généralités*

IEC 62477-2:2018, *Exigences de sécurité applicables aux systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance – Partie 2: Convertisseurs électroniques de puissance entre 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu et 36 kV en courant alternatif ou 54 kV en courant continu*

ISO 3864-1:2011, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 1: Principes de conception pour les signaux de sécurité et les marquages de sécurité*

ISO 3746:2010, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible à l'adresse suivante: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

ISO 7010, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés* (disponible à l'adresse suivante: <https://www.iso.org/obp>)

ISO 9614-1:1993, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 1: Mesurages par points*