



IEC 60947-1

Edition 6.0 2020-04

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Low-voltage switchgear and controlgear –  
Part 1: General rules**

**Appareillage à basse tension –  
Partie 1: Règles générales**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-8026-3

**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 .....   | 13 |
| INTRODUCTION .....   | 15 |
| 1 Scope .....  | 16 |
| 2 Normative references .....   | 16 |
| 3 Terms, definitions, symbols and reference clauses .....  | 19 |
| 3.1 General .....  | 19 |
| 3.2 Alphabetical index of definitions .....  | 20 |
| 3.3 General terms and definitions .....  | 25 |
| 3.4 Switching devices .....  | 29 |
| 3.5 Parts of switching devices .....   | 32 |
| 3.6 Operation of switching devices .....   | 38 |
| 3.7 Characteristic quantities .....  | 43 |
| 3.8 Tests .....  | 53 |
| 3.9 Ports .....  | 53 |
| 3.10 Symbols and references clauses for characteristics described<br>in this document .....            | 53 |
| 4 Classification .....   | 54 |
| 5 Characteristics .....  | 54 |
| 5.1 Summary of the characteristics .....   | 54 |
| 5.2 Type of equipment .....  | 55 |
| 5.3 Rated and limiting values for the main circuit .....   | 55 |
| 5.3.1 Rated voltages .....   | 55 |
| 5.3.2 Currents .....   | 56 |
| 5.3.3 Rated frequency .....  | 57 |
| 5.3.4 Rated duties .....   | 57 |
| 5.3.5 Characteristics under normal load and overload conditions (see 8.2.4) .....                      | 59 |
| 5.3.6 Short-circuit characteristics .....  | 60 |
| 5.3.7 Pole impedance of the switching device ( $Z$ ) .....   | 61 |
| 5.4 Utilization category .....   | 61 |
| 5.5 Control circuits .....   | 61 |
| 5.5.1 Electrically or electronically controlled circuits .....   | 61 |
| 5.5.2 Air-supply control circuits (pneumatic or electro-pneumatic) .....                               | 62 |
| 5.6 Auxiliary circuits .....   | 62 |
| 5.7 Relays and releases .....  | 62 |
| 5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices (SCPD) .....                                   | 62 |
| 6 Product information .....  | 62 |
| 6.1 Nature of information .....  | 62 |
| 6.2 Marking .....  | 63 |
| 6.3 Instructions for installation, operation and maintenance, decommissioning<br>and dismantling ..... | 64 |
| 6.4 Environmental information .....  | 65 |
| 7 Normal service, mounting and transport conditions .....  | 65 |
| 7.1 Normal service conditions .....  | 65 |
| 7.1.1 Ambient air temperature .....  | 65 |
| 7.1.2 Altitude .....   | 66 |
| 7.1.3 Atmospheric conditions .....   | 66 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 7.1.4  | Shock and vibration .....   | 67 |
| 7.2    | Conditions during transport and storage.....  | 67 |
| 7.3    | Mounting.....   | 67 |
| 8      | Constructional and performance requirements .....   | 67 |
| 8.1    | Constructional requirements .....   | 67 |
| 8.1.1  | General .....   | 67 |
| 8.1.2  | Materials .....   | 68 |
| 8.1.3  | Current-carrying parts and their connections .....  | 69 |
| 8.1.4  | Clearances and creepage distances .....   | 69 |
| 8.1.5  | Actuator.....   | 69 |
| 8.1.6  | Indication of the contact position .....  | 70 |
| 8.1.7  | Additional requirements for equipment suitable for isolation.....   | 70 |
| 8.1.8  | Terminals .....   | 72 |
| 8.1.9  | Additional requirements for equipment provided with a neutral pole .....  | 73 |
| 8.1.10 | Provisions for protective earthing.....   | 73 |
| 8.1.11 | Dedicated enclosures for equipment.....   | 75 |
| 8.1.12 | Degrees of protection of enclosed equipment .....   | 75 |
| 8.1.13 | Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits .....   | 75 |
| 8.2    | Performance requirements.....   | 76 |
| 8.2.1  | Operating conditions.....   | 76 |
| 8.2.2  | Temperature-rise .....  | 77 |
| 8.2.3  | Dielectric properties.....  | 78 |
| 8.2.4  | Ability to make, carry and break currents under no-load, normal load<br>and overload conditions.....                      | 81 |
| 8.2.5  | Ability to make, carry and break short-circuit currents.....  | 82 |
| 8.2.6  | Pole impedance.....   | 82 |
| 8.2.7  | Leakage currents of equipment suitable for isolation.....   | 83 |
| 8.3    | Electromagnetic compatibility (EMC).....  | 83 |
| 8.3.1  | General .....   | 83 |
| 8.3.2  | Immunity.....   | 83 |
| 8.3.3  | Emission.....   | 84 |
| 9      | Tests .....   | 84 |
| 9.1    | Kinds of test.....  | 84 |
| 9.1.1  | General .....   | 84 |
| 9.1.2  | Type tests.....   | 84 |
| 9.1.3  | Routine tests .....   | 85 |
| 9.1.4  | Sampling tests.....   | 85 |
| 9.1.5  | Special tests.....  | 85 |
| 9.2    | Compliance with constructional requirements.....  | 86 |
| 9.2.1  | General .....   | 86 |
| 9.2.2  | Test of materials to abnormal heat and fire .....   | 86 |
| 9.2.3  | Equipment .....   | 86 |
| 9.2.4  | Enclosures for equipment .....  | 86 |
| 9.2.5  | Mechanical and electrical properties of terminals.....  | 87 |
| 9.2.6  | Verification of the effectiveness of indication of the main contact<br>position of equipment suitable for isolation ..... | 89 |
| 9.2.7  | Vacant.....   | 92 |
| 9.2.8  | Conduit pull-out test, torque test and bending test with metallic conduits.....   | 92 |
| 9.2.9  | Test of earth continuity for protective earth.....  | 93 |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 9.3   | Performance .....  | 93  |
| 9.3.1   | Test sequences .....   | 93  |
| 9.3.2   | General test conditions .....  | 93  |
| 9.3.3   | Performance under no-load, normal load and overload conditions .....   | 95  |
| 9.3.4   | Performance under short-circuit conditions .....   | 108 |
| 9.4   | Tests for EMC .....  | 113 |
| 9.4.1   | General .....  | 113 |
| 9.4.2   | Immunity .....   | 113 |
| 9.4.3   | Emission .....   | 114 |
| Annex A (informative) Harmonisation of utilization categories for low-voltage switchgear and controlgear .....      |  | 145 |
| Annex B (Vacant) .....  |  | 148 |
| Annex C (normative) Degrees of protection of enclosed equipment .....   |  | 149 |
| C.1   | General .....  | 149 |
| C.2   | Object .....   | 149 |
| C.3   | Definitions .....  | 149 |
| C.4   | Designation .....  | 149 |
| C.5   | Degrees of protection against access to hazardous parts and against ingress of solid foreign objects indicated by the first characteristic numeral ..... | 149 |
| C.6   | Degrees of protection against ingress of water indicated by the second characteristic numeral .....  | 149 |
| C.7   | Degrees of protection against access to hazardous parts indicated by the additional letter .....   | 150 |
| C.8   | Supplementary letters .....  | 150 |
| C.9   | Examples of designations with IP Code .....  | 150 |
| C.10  | Marking .....  | 150 |
| C.11  | General requirements for tests .....   | 150 |
| C.12  | Tests for protection against access to hazardous parts indicated by the first characteristic numeral .....   | 151 |
| C.13  | Tests for protection against ingress of solid foreign objects indicated by the first characteristic numeral .....  | 151 |
| C.14  | Tests for protection against water indicated by second characteristic numeral .....  | 152 |
| C.14.1  | Test means .....   | 152 |
| C.14.2  | Test conditions .....  | 152 |
| C.14.3  | Acceptance conditions .....  | 152 |
| C.15  | Tests for protection against access to hazardous parts indicated by additional letter .....  | 152 |
| C.16  | Summary of responsibilities of relevant technical committees .....   | 152 |
| Annex D (informative) Examples of clamping units and relationship between clamping unit and connecting device ..... |  | 156 |
| D.1   | Clamping unit in a connecting device .....   | 156 |
| D.2   | Examples of clamping units .....   | 157 |
| Annex E (informative) Description of a method for adjusting the load circuit .....                                  |  | 164 |
| Annex F (informative) Determination of short-circuit power-factor or time-constant .....                            |  | 166 |
| F.1   | Determination of short-circuit power-factor .....  | 166 |
| F.1.1   | Method I – Determination from DC component .....   | 166 |
| F.1.2   | Method II – Determination with pilot generator .....   | 166 |
| F.2   | Determination of short-circuit time-constant (oscillographic method) .....   | 167 |
| Annex G (informative) Measurement of creepage distances and clearances .....  |  | 168 |

|                       |   |     |
|-----------------------|---|-----|
| G.1                   | Basic principles.....   | 168 |
| G.2                   | Use of ribs .....   | 168 |
| Annex H (informative) | Correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of equipment ..... | 175 |
| Annex J (informative) | Items subject to agreement between manufacturer and user.....   | 177 |
| Annex K (normative)   | Procedure to determine reliability data for electromechanical devices used in functional safety applications .....      | 178 |
| K.1                   | General.....  | 178 |
| K.1.1                 | Overview .....  | 178 |
| K.1.2                 | Object.....   | 178 |
| K.1.3                 | General requirements .....  | 178 |
| K.2                   | Terms, definitions and symbols .....  | 179 |
| K.2.1                 | Terms and definitions .....   | 179 |
| K.2.2                 | Symbols .....   | 180 |
| K.3                   | Method based on durability test results .....   | 180 |
| K.3.1                 | General method.....   | 180 |
| K.3.2                 | Test requirements.....  | 180 |
| K.3.3                 | Number of samples.....  | 180 |
| K.3.4                 | Characterization of a failure mode .....  | 180 |
| K.3.5                 | Weibull modelling .....   | 181 |
| K.3.6                 | Useful life and upper limit of failure rate.....  | 183 |
| K.3.7                 | Reliability data.....   | 184 |
| K.4                   | Data information .....  | 184 |
| K.5                   | Example.....  | 185 |
| K.5.1                 | Test results.....   | 185 |
| K.5.2                 | Weibull distribution and median rank regression .....   | 185 |
| K.5.3                 | Useful life and failure rate.....   | 186 |
| Annex L (normative)   | Terminal marking and distinctive number .....   | 188 |
| L.1                   | General.....  | 188 |
| L.2                   | Terminal marking of impedances (alphanumeric).....  | 188 |
| L.2.1                 | Coils .....   | 188 |
| L.2.2                 | Electromagnetic releases.....   | 189 |
| L.2.3                 | Interlocking electromagnets .....   | 189 |
| L.2.4                 | Indicating light devices .....  | 190 |
| L.3                   | Terminal marking of contact elements for switching devices with two positions (numerical).....                          | 190 |
| L.3.1                 | Contact elements for main circuits (main contact elements).....   | 190 |
| L.3.2                 | Contact elements for auxiliary circuit (auxiliary contact elements).....  | 190 |
| L.4                   | Terminal marking of overload protection devices.....  | 192 |
| L.5                   | Distinctive number .....  | 193 |
| L.6                   | Marking of terminals for external associated electronic circuit components, contacts and complete devices .....         | 193 |
| L.6.1                 | Marking of terminals for external associated electronic circuit components and contacts .....                           | 193 |
| L.6.2                 | Marking of terminals for external complete devices.....   | 196 |
| Annex M (normative)   | Flammability test .....   | 199 |
| M.1                   | Hot wire ignition test (HWI) .....  | 199 |
| M.1.1                 | Test sample.....  | 199 |
| M.1.2                 | Description of test apparatus .....   | 199 |

|                       |   |     |
|-----------------------|---|-----|
| M.1.3                 | Conditioning .....  | 200 |
| M.1.4                 | Test procedure .....  | 200 |
| M.2                   | Arc ignition test (AI) .....  | 200 |
| M.2.1                 | Test sample .....   | 200 |
| M.2.2                 | Description of test apparatus .....   | 200 |
| M.2.3                 | Conditioning .....  | 201 |
| M.2.4                 | Test procedure .....  | 201 |
| M.3                   | HWI and AI requirements .....   | 202 |
| Annex N (normative)   | Requirements and tests for equipment with protective separation .....   | 203 |
| N.1                   | General .....   | 203 |
| N.2                   | Terms and definitions .....   | 203 |
| N.3                   | Requirements .....  | 205 |
| N.3.1                 | General .....   | 205 |
| N.3.2                 | Dielectric requirements .....   | 205 |
| N.3.3                 | Construction requirements .....   | 205 |
| N.4                   | Tests .....   | 206 |
| N.4.1                 | General .....   | 206 |
| N.4.2                 | Dielectric tests .....  | 206 |
| N.4.3                 | Examples of constructional measures .....   | 206 |
| Annex O (informative) | Environmentally conscious design .....  | 208 |
| O.1                   | General .....   | 208 |
| O.2                   | Object .....  | 208 |
| O.3                   | Terms and definitions .....   | 209 |
| O.4                   | General considerations .....  | 211 |
| O.5                   | Fundamentals requirements of environmentally conscious design (ECD) .....                                     | 214 |
| O.6                   | Environmentally conscious design process (ECD process) .....  | 215 |
| O.6.1                 | General .....   | 215 |
| O.6.2                 | Process steps of ECD .....  | 215 |
| O.7                   | Tools for including ECD in product design and development .....   | 216 |
| O.8                   | Relevant ISO technical committees .....   | 216 |
| Annex P (informative) | Terminal lugs for low voltage switchgear and controlgear connected to copper conductors .....                 | 217 |
| Annex Q (normative)   | Special tests – Tests for environmental categories .....  | 218 |
| Q.1                   | General .....   | 218 |
| Q.2                   | Classification of equipment .....   | 218 |
| Q.3                   | Tests .....   | 219 |
| Q.3.1                 | General test conditions .....   | 219 |
| Q.3.2                 | Test sequences .....  | 219 |
| Annex R (normative)   | Application of the metal foil for dielectric testing on accessible parts during operation or adjustment ..... | 224 |
| R.1                   | General .....   | 224 |
| R.2                   | Object .....  | 224 |
| R.3                   | Definition of zones .....   | 225 |
| R.3.1                 | General .....   | 225 |
| R.3.2                 | Application of metal foil on accessible parts during normal operation or adjustment .....                     | 225 |
| Annex S (normative)   | Digital inputs and outputs .....  | 232 |
| S.1                   | General .....   | 232 |
| S.2                   | Terms and definitions .....   | 232 |

|                       |   |     |
|-----------------------|---|-----|
| S.3                   | Functional requirements.....  | 232 |
| S.3.1                 | Rated values and operating ranges .....   | 232 |
| S.3.2                 | Digital I/Os .....  | 233 |
| S.4                   | Verification of input/output requirements .....   | 241 |
| S.4.1                 | General .....   | 241 |
| S.4.2                 | Verification of digital inputs.....   | 242 |
| S.4.3                 | Verification of digital outputs.....  | 242 |
| S.4.4                 | Behaviour of the equipment .....  | 243 |
| S.5                   | General information to be provided by the manufacturer .....  | 244 |
| S.5.1                 | Information on digital inputs (current sinking).....  | 244 |
| S.5.2                 | Information on digital outputs for alternating currents (current sourcing) .....                                    | 244 |
| S.5.3                 | Information on digital outputs for direct current (current sourcing).....   | 245 |
| S.6                   | Digital input standard operating range equations.....   | 245 |
| Annex T (normative)   | Extended functions within electronic overload relays .....  | 247 |
| T.1                   | Object.....   | 247 |
| T.1.1                 | General .....   | 247 |
| T.1.2                 | Ground/earth fault detection function .....   | 247 |
| T.2                   | Terms and definitions.....  | 247 |
| T.3                   | Classification of electronic overload relays.....   | 248 |
| T.4                   | Types of relays with ground/earth fault detection function .....  | 248 |
| T.5                   | Performance requirements .....  | 248 |
| T.5.1                 | Limits of operation of ground/earth fault electronic overload relays .....  | 248 |
| T.5.2                 | Limits of operation of ground/earth fault current sensing electronic relays Type CII(-A and -B) .....               | 249 |
| T.5.3                 | Limits of operation of voltage asymmetry relays.....  | 249 |
| T.5.4                 | Limits of operation of phase reversal relays .....  | 249 |
| T.5.5                 | Limits of operation of current imbalance relays .....   | 249 |
| T.5.6                 | Limits of operation of over-voltage relays and releases.....  | 249 |
| T.6                   | Tests .....   | 250 |
| T.6.1                 | Limits of operation of ground/earth fault current sensing electronic relays Types CI and CII (-A and -B) .....      | 250 |
| T.6.2                 | Verification of inhibit function of ground/earth fault current sensing electronic relays Type CII (-A and -B) ..... | 250 |
| T.6.3                 | Current asymmetry relays.....   | 250 |
| T.6.4                 | Voltage asymmetry relays.....   | 250 |
| T.6.5                 | Phase reversal relays .....   | 250 |
| T.6.6                 | Over-voltage relays .....   | 251 |
| T.7                   | Routine and sampling tests .....  | 251 |
| Annex U (informative) | Examples of control circuit configurations .....  | 252 |
| U.1                   | External control device.....  | 252 |
| U.1.1                 | Definition .....  | 252 |
| U.1.2                 | Diagrammatic representation of an external control device .....   | 252 |
| U.1.3                 | Parameters of an external control device .....  | 252 |
| U.2                   | Control circuit configurations.....   | 253 |
| U.2.1                 | Equipment with external control supply .....  | 253 |
| U.2.2                 | Equipment with several external control supplies .....  | 253 |
| U.2.3                 | Equipment with bus interface (may be combined with other circuit configurations).....                               | 254 |
| Annex V (informative) | Power management with switchgear and controlgear for electrical energy efficiency.....                              | 255 |

|   |   |     |
|---|---|-----|
| V.1   | General.....  | 255 |
| V.2   | Object.....   | 255 |
| V.3   | Terms and definitions.....  | 255 |
| V.4   | Electrical energy efficiency and safety .....   | 256 |
| V.5   | Principles on electrical energy efficiency (system approach).....   | 256 |
| V.5.1   | General .....   | 256 |
| V.5.2   | Strategy of energy management .....   | 256 |
| V.5.3   | Power management with automation and control .....  | 256 |
| V.6   | Energy efficiency application.....  | 257 |
| V.6.1   | Saving of semiconductor losses.....   | 257 |
| V.6.2   | Power factor correction.....  | 257 |
| V.6.3   | Load shedding.....  | 257 |
| V.6.4   | Motor control for fixed speed applications.....   | 257 |
| Annex W (normative)   | Procedure to establish material declaration .....   | 258 |
| W.1   | General.....  | 258 |
| W.2   | Object.....   | 258 |
| W.3   | Reference document.....   | 258 |
| W.4   | Terms and definitions.....  | 258 |
| W.5   | Material declaration requirements .....   | 259 |
| W.5.1   | General reporting requirements .....  | 259 |
| W.5.2   | Additional reporting requirements .....   | 260 |
| W.6   | Example of material declaration made according to W.5 .....   | 260 |
| Annex X (normative)   | Co-ordination between circuit-breaker or CPS and another short-circuit protective device associated in the same circuit ..... | 266 |
| X.1   | General.....  | 266 |
| X.2   | Object.....   | 266 |
| X.3   | General requirements for the co-ordination of a circuit-breaker or CPS with another SCPD.....                                 | 267 |
| X.3.1   | General considerations .....  | 267 |
| X.3.2   | Take-over current ( $I_B$ ) .....   | 267 |
| X.3.3   | Behaviour of $C_1$ in association with another SCPD .....   | 267 |
| X.4   | Type and characteristics of the associated SCPD .....   | 267 |
| X.5   | Verification of selectivity .....   | 268 |
| X.5.1   | General .....   | 268 |
| X.5.2   | Consideration of selectivity by desk study.....   | 268 |
| X.5.3   | Selectivity determined by test.....   | 269 |
| X.6   | Verification of back-up protection .....  | 270 |
| X.6.1   | Determination of the take-over current.....   | 270 |
| X.6.2   | Verification of back-up protection.....   | 270 |
| X.6.3   | Tests for verification of back-up protection .....  | 270 |
| X.6.4   | Results to be obtained .....  | 271 |
| Bibliography.....   |   | 277 |
| Figure 1 – Test equipment for flexion test (see 9.2.5.3 and Table 5) .....  |   | 130 |
| Figure 2 – Gauges of form A and form B (see 9.2.5.5.2 and Table 7).....   |   | 130 |
| Figure 3 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a single-pole equipment on single-phase AC or on direct current (see 9.3.3.5.2)..... |   | 131 |



|  |     |
|--|-----|
| Figure 4 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a two-pole equipment on single-phase AC or on direct current (see 9.3.3.5.2) .....                          | 132 |
| Figure 5 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a three-pole equipment (see 9.3.3.5.2) .....  | 133 |
| Figure 6 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a four-pole equipment (see 9.3.3.5.2) .....   | 134 |
| Figure 7 – Schematic illustration of the recovery voltage across contacts of the first phase to clear under ideal conditions (see 9.3.3.5.2, item e)).....   | 135 |
| Figure 8 – Diagram of a load circuit adjustment method .....   | 136 |
| Figure 9 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a single-pole equipment on single-phase AC or on direct current (see 9.3.4.1.2) .....         | 137 |
| Figure 10 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a two-pole equipment on single-phase AC or on direct current (see 9.3.4.1.2) .....           | 138 |
| Figure 11 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a three-pole equipment (see 9.3.4.1.2).....  | 139 |
| Figure 12 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a four-pole equipment (see 9.3.4.1.2) .....  | 140 |
| Figure 13 – Example of short-circuit making and breaking test record in the case of a single-pole equipment on single-phase AC (see 9.3.4.1.8).....  | 141 |
| Figure 14 – Verification of short-circuit making and breaking capacities on direct current (see 9.3.4.1.8) .....   | 142 |
| Figure 15 – Determination of the prospective breaking current when the first calibration of the test circuit has been made at a current lower than the rated breaking capacity (see 9.3.4.1.8, item b))..... | 143 |
| Figure 16 – Actuator test force (see 9.2.6.2.1 and Table 17) .....   | 144 |
| Figure D.1 – Clamping unit in a connecting device.....   | 156 |
| Figure D.2 – Screw clamping units .....  | 157 |
| Figure D.3 – Pillar clamping units .....   | 158 |
| Figure D.4 – Stud clamping units .....   | 159 |
| Figure D.5 – Saddle clamping units.....  | 160 |
| Figure D.6 – Lug clamping units.....   | 161 |
| Figure D.7 – Mantle clamping units .....   | 162 |
| Figure D.8 – Screwless-type clamping units (sketches).....   | 163 |
| Figure E.1 – Determination of the actual value of the factor $\gamma$ .....  | 165 |
| Figure G.1 – Measurement of ribs .....   | 169 |
| Figure G.2 – Creepage distance across the fixed and moving insulation of contact carriers .....  | 169 |
| Figure G.3 – Example 1 .....   | 170 |
| Figure G.4 – Example 2 .....   | 170 |
| Figure G.5 – Example 3 .....   | 170 |
| Figure G.6 – Example 4 .....   | 171 |
| Figure G.7 – Example 5 .....   | 171 |
| Figure G.8 – Example 6 .....   | 171 |
| Figure G.9 – Example 7 .....   | 172 |
| Figure G.10 – Example 8 .....  | 172 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure G.11 – Example 9 .....  | 173 |
| Figure G.12 – Example 10 .....   | 173 |
| Figure G.13 – Example 11 .....   | 174 |
| Figure K.1 – Plot of Weibull median rank regression .....  | 187 |
| Figure M.1 – Test fixture for hot wire ignition test.....  | 199 |
| Figure M.2 – Circuit for arc ignition test .....   | 201 |
| Figure N.1 – Example of application with component connected between separated circuits .....  | 207 |
| Figure O.1 – Conceptual relationship between provisions in product standards and the environmental impacts associated with the product during its life cycle ..... | 213 |
| Figure O.2 – Overview of ECD process .....   | 214 |
| Figure P.1 – Dimensions .....  | 217 |
| Figure R.1 – Operating mechanism outside the enclosure.....  | 226 |
| Figure R.2 – Application of the metallic foil to operating areas around switch actuator .....  | 227 |
| Figure R.3 – Example of finger protected location for hazardous-live-parts in push-button vicinity .....   | 228 |
| Figure R.4 – Example I of application of the foil .....  | 228 |
| Figure R.5 – Example II of application of the foil .....   | 229 |
| Figure R.6 – Example III of application of the foil .....  | 229 |
| Figure R.7 – Application of metal foil on holes and grooves .....  | 230 |
| Figure R.8 – Operating space for actuation by rotary means .....   | 231 |
| Figure S.1 – I/O parameters.....   | 234 |
| Figure S.2 – <i>U-I</i> operation regions of current-sinking inputs.....   | 235 |
| Figure S.3 – Temporary overload waveform for digital AC outputs .....  | 238 |
| Figure S.4 – Temporary overload waveform for digital DC outputs .....  | 241 |
| Figure T.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic of a ground/earth fault current sensing electronic relay .....                      | 251 |
| Figure U.1 – Diagrammatic representation of an external control device .....   | 252 |
| Figure U.2 – Single supply and control input .....   | 253 |
| Figure U.3 – Separate supply and control inputs .....  | 253 |
| Figure U.4 – Equipment with several external control supplies .....  | 253 |
| Figure U.5 – Equipment with bus interface .....  | 254 |
| Figure W.1 – Example of Main and Business information, graphical representation of the XML code.....   | 262 |
| Figure W.2 – Example of product information, graphical representation of the XML code .....  | 263 |
| Figure W.3 – Example of declarable substances information, graphical representation of the XML code.....   | 264 |
| Figure W.4 – Example of material classes information, graphical representation of the XML code .....   | 265 |
| Figure X.1 – Overcurrent co-ordination between a circuit-breaker or CPS and a fuse or back-up protection by a fuse: operating characteristics .....                | 272 |
| Figure X.2 – Total selectivity between two circuit-breakers or a circuit-breaker and a CPS .....   | 273 |
| Figure X.3 – Back-up protection by a circuit-breaker or CPS – Operating characteristics .....  | 274 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure X.4 – Example of test circuit for conditional short-circuit breaking capacity tests showing cable connections for a 3-pole circuit-breaker or CPS (C <sub>1</sub> ) .....                                   | 275 |
| Figure X.5 – Example of test circuit for the verification of selectivity .....   | 276 |
| Table 1 – Nominal cross-sections of round copper conductors and approximate relationship between mm <sup>2</sup> and AWG/kcmil sizes (see 8.1.8.2) .....   | 115 |
| Table 2 – Temperature-rise limits of terminals (see 8.2.2.2 and 9.3.3.3.4) .....   | 116 |
| Table 3 – Temperature-rise limits of accessible parts (see 8.2.2.3 and 9.3.3.3.4).....   | 116 |
| Table 4 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals (see 9.2.5.2 and 9.3.2.1) .....   | 117 |
| Table 5 – Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors (see 9.2.5.4.1) .....   | 118 |
| Table 6 – Test values for pull-out test for flat copper conductors (see 9.2.5.4.2) .....   | 118 |
| Table 7 – Maximum conductor cross-sections and corresponding gauges (see 9.2.5.5.1) .....  | 119 |
| Table 8 – Relationship between conductor cross-section and diameter .....  | 120 |
| Table 9 – Test copper conductors for test currents up to 400 A inclusive (see 9.3.3.3.4).....  | 121 |
| Table 10 – Test copper conductors for test currents above 400 A and up to 800 A inclusive (see 9.3.3.3.4) .....  | 122 |
| Table 11 – Test copper bars for test currents above 400 A and up to 3 150 A inclusive (see 9.3.3.3.4) .....  | 122 |
| Table 12 – Impulse withstand test voltages .....   | 123 |
| Table 13 – Minimum clearances in air .....   | 123 |
| Table 14 – Test voltages across the open contacts of equipment suitable for isolation.....   | 124 |
| Table 15 – Minimum creepage distances .....  | 124 |
| Table 16 – Values of power-factors and time-constants corresponding to test currents, and ratio <i>n</i> between peak and RMS values of current (see 9.3.4.3, item a)).....  | 125 |
| Table 17 – Actuator test force (see 9.2.6.2.1) .....   | 126 |
| Table 18 – Tolerances on test quantities (see 9.3.4.3, item a)) .....  | 126 |
| Table 19 – Dielectric test voltage corresponding to the rated insulation voltage .....   | 126 |
| Table 20 – Test values for conduit pull-out test (see 9.2.8.2) .....   | 127 |
| Table 21 – Test values for conduit bending test (see 9.2.8.3).....   | 127 |
| Table 22 – Test values for conduit torque test (see 9.2.8.2 and 9.2.8.4) .....   | 127 |
| Table 23 – Tests for EMC – Immunity (see 9.4.1).....   | 128 |
| Table 24 – Acceptance criteria when EM disturbances are present .....  | 129 |
| Table 25 – Cross-sectional area of a copper protective conductor.....  | 129 |
| Table A.1 – Utilization categories used in the IEC 60947 series .....  | 145 |
| Table C.1 – IP Codes (1 of 3) .....  | 153 |
| Table G.1 – Minimum widths of grooves.....   | 168 |
| Table H.1 – Correspondence between the nominal voltage of the supply system and the equipment rated impulse withstand voltage, in case of overvoltage protection by surge-arresters according to IEC 60099-1 ..... | 176 |
| Table K.1 – Failure modes of devices .....   | 181 |
| Table K.2 – Example of 15 sorted ascending times to failure of contactors .....  | 185 |
| Table K.3 – Example median rank calculation .....  | 186 |

|   |     |
|---|-----|
| Table M.1 – HWI and AI characteristics for materials necessary to retain current carrying parts in position.....      | 202 |
| Table M.2 – HWI and AI characteristics for materials other than those covered by Table M.1 .....                      | 202 |
| Table P.1 – Examples of terminal lugs for low voltage switchgear and controlgear connected to copper conductors ..... | 217 |
| Table Q.1 – Test sequences (1 of 4) .....   | 220 |
| Table S.1 – Rated values and operating ranges of incoming power supply.....   | 233 |
| Table S.2 – Standard operating ranges for digital inputs (current sinking) .....                                      | 236 |
| Table S.3 – Rated values and operating ranges for current sourcing digital AC outputs .....                           | 237 |
| Table S.4 – Rated values and operating ranges (direct current) for current-sourcing digital DC outputs .....          | 240 |
| Table S.5 – Overload and short-circuit tests for digital outputs.....   | 243 |
| Table T.1 – Tripping time of ground/earth fault electronic overload relays .....                                      | 248 |
| Table W.1 – Example of main and business information in tabular form .....  | 261 |
| Table W.2 – Example of product information in tabular form.....   | 262 |
| Table W.3 – Example of declarable substances information in tabular form .....  | 263 |
| Table W.4 – Example of material classes information in tabular form .....   | 265 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –****Part 1: General rules****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60947-1 has been prepared by subcommittee 121A: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2007, Amendment 1:2010 and Amendment 2:2014. This edition constitutes a technical revision.

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

- DC values testing improvement;
- update of EMC tests;
- Annex B deletion;
- update of requirements for environmental tests (Table Q.1);
- improvement of Annex R (new examples);

- deletion of digital input Type 2, and introduction of Type 3 in Annex S;
- example for materials declaration (Annex W);
- new Annex X (co-ordination between short-circuit protective devices associated in the same circuit) created.

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

| FDIS          | Report on voting |
|---------------|------------------|
| 121A/337/FDIS | 121A/344/RVD     |

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

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

A list of all the parts in the IEC 60947 series, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

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

5.3.6.4 Rated conditional short-circuit current ( $I_q$ , alternatively  $I_{cc}$ ) (North America)

6.2 Marking (USA and Canada)

8.1.3 Current-carrying parts and their connections (USA)

8.1.7.1 Additional constructional requirements (USA)

8.1.10.1 (North America)

9.2.6.2.2 Dependent power operation (USA)

9.2.6.2.3 Independent power operation (Canada and USA)

Figure 4 (USA and Canada)

Figure 5 (USA and Canada)

Figure 10 (USA and Canada)

Figure 11 (USA and Canada)

Figure X.4 (USA and Canada)

Figure X.5 (USA and Canada)

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum 1 (2022-12) have been included in this copy.

**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.**

## INTRODUCTION

The purpose of this document is to harmonize as far as practicable all rules and requirements of a general nature applicable to low-voltage switchgear and controlgear in order to obtain uniformity of requirements and tests throughout the corresponding range of equipment and to avoid the need for testing to different standards.

All those parts of the various equipment standards which can be considered as general have therefore been gathered in this document together with specific subjects of wide interest and application, e.g. temperature-rise, dielectric properties, etc.

For each type of low-voltage switchgear and controlgear, only two main documents are necessary to determine all requirements and tests:

- 1) this document, referred to as "Part 1" or "IEC 60947-1" in the specific standards covering the various types of low-voltage switchgear and controlgear;
- 2) the relevant equipment standard hereinafter referred to as the "relevant product standard" or "product standard of this series".

For a general rule to apply to a specific product standard, it will be explicitly referred to by the latter, by quoting the relevant clause or subclause number of this document followed by "IEC 60947-1" e.g. "7.2.3 of IEC 60947-1:20xx".

A specific product standard will only deviate from the general rules when there is substantial technical justification.

NOTE All references to "product standards" in this document means "product standards of IEC 60947 series".

# LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

## Part 1: General rules

### 1 Scope

This document applies, when required by the relevant product standard, to low-voltage switchgear and controlgear hereinafter referred to as "equipment" or "device" and intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V AC or 1 500 V DC.

This document states the general rules and common safety requirements for low-voltage switchgear and controlgear, including:

- definitions;
- characteristics;
- information supplied with the equipment;
- normal service, mounting and transport conditions, decommissioning and dismantling;
- constructional and performance requirements;
- verification of characteristics and performance;
- energy efficiency aspects (see Annex V);
- environmental aspects.

This document does not apply to:

- low-voltage switchgear and controlgear assemblies which are dealt with in IEC 61439 series, as applicable;
- terminals for connection of aluminium conductors;

NOTE Terminals for aluminium conductors are under consideration for the next revision.

- use within explosive atmospheres (see IEC 60079 series);
- software and firmware requirements for functional safety application (see IEC 61508-3);
- cyber security aspects (see IEC 62443 series).

### 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 60038:2009, *IEC standard voltages*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

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 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

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

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

IEC 60085:2007, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60092-504:2016, *Electrical installations in ships – Part 504: Automation, control and instrumentation*

IEC 60216-2, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60269-1:2006/AMD1:2009

IEC 60269-1:2006/AMD2:2014

IEC 60300-3-5:2001, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles*

IEC TR 60344:2007, *Calculation of d.c. resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires – Application guide*

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

IEC 60445:2017, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors*

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

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 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-2-10:2013, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2014, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

IEC 60695-2-12, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials*

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

IEC 60947-2:2016, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*  
IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-4-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-2: Contactors and motor-starters – AC semiconductor motor controllers and starters*

IEC 60947-5 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5: Control circuit devices and switching elements*

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

IEC 60947-8, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 8: Control units for built-in thermal protection (PTC) for rotating electrical machines*

IEC 60981:2019, *Extra heavy-duty electrical rigid steel conduits*

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm<sup>2</sup> up to 35 mm<sup>2</sup> (included)*

IEC 60999-2:2003, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm<sup>2</sup> up to 300 mm<sup>2</sup> (included)*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-34, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-34: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current more than 16 A per phase*

IEC 61000-6-2:2016, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*

IEC 61000-6-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and substation environment*

IEC 61131-2:2017, *Industrial-process measurement and control – Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

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

IEC 61439 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61557-2, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 2: Insulation resistance*

IEC 61649:2008, *Weibull analysis*

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

IEC 62061:2005/AMD1:2012

IEC 62061:2005/AMD2:2015

IEC 62474:2018, *Material declaration for products of and for the electrotechnical industry*

CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 32, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*

ISO 3864-2, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels*

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

ISO 13849-1:2015, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

## SOMMAIRE

|  |     |
|--|-----|
| AVANT-PROPOS .....   | 294 |
| INTRODUCTION .....   | 297 |
| 1 Domaine d'application .....  | 298 |
| 2 Références normatives .....  | 298 |
| 3 Termes, définitions, symboles et paragraphes de référence.....   | 302 |
| 3.1 Généralités .....  | 302 |
| 3.2 Index alphabétique des définitions .....   | 302 |
| 3.3 Termes et définitions généraux .....   | 307 |
| 3.4 Appareils de connexion .....   | 312 |
| 3.5 Parties d'appareils de connexion .....   | 315 |
| 3.6 Manœuvre des appareils de connexion .....  | 321 |
| 3.7 Grandeurs caractéristiques .....   | 326 |
| 3.8 Essais.....  | 336 |
| 3.9 Accès.....   | 337 |
| 3.10 Symboles et paragraphes de référence correspondant aux caractéristiques<br>décrites dans le présent document..... | 337 |
| 4 Classification .....   | 338 |
| 5 Caractéristiques .....   | 338 |
| 5.1 Énumération des caractéristiques .....   | 338 |
| 5.2 Type de matériel.....  | 339 |
| 5.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal .....   | 339 |
| 5.3.1 Tensions assignées .....   | 339 |
| 5.3.2 Courants.....  | 340 |
| 5.3.3 Fréquence assignée .....   | 341 |
| 5.3.4 Services assignés.....   | 341 |
| 5.3.5 Caractéristiques en conditions de charge normale et de surcharge<br>(voir 8.2.4).....                            | 343 |
| 5.3.6 Caractéristiques de court-circuit .....  | 344 |
| 5.3.7 Impédance de pôle de l'appareil de connexion ( $Z$ ) .....   | 345 |
| 5.4 Catégorie d'emploi.....  | 345 |
| 5.5 Circuits de commande .....   | 345 |
| 5.5.1 Circuits commandés électriquement ou électroniquement.....   | 345 |
| 5.5.2 Circuits de commande à air comprimé (pneumatiques ou<br>électropneumatiques) .....                               | 346 |
| 5.6 Circuits auxiliaires.....  | 346 |
| 5.7 Relais et déclencheurs.....  | 346 |
| 5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits<br>(DPCC).....                          | 346 |
| 6 Informations sur le produit .....  | 346 |
| 6.1 Nature des informations .....  | 346 |
| 6.2 Marquage .....   | 348 |
| 6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement, de maintenance, de mise hors<br>service et de démontage .....      | 349 |
| 6.4 Informations relatives à l'environnement .....   | 349 |
| 7 Conditions de service normal, de montage et de transport.....  | 350 |
| 7.1 Conditions de service normal .....   | 350 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 7.1.1  | Température de l'air ambiant .....  | 350 |
| 7.1.2  | Altitude .....  | 350 |
| 7.1.3  | Conditions atmosphériques.....  | 350 |
| 7.1.4  | Chocs et vibrations .....   | 351 |
| 7.2    | Conditions pendant le transport et le stockage.....   | 351 |
| 7.3    | Montage.....  | 352 |
| 8      | Exigences relatives à la construction et aux performances .....   | 352 |
| 8.1    | Exigences relatives à la construction .....   | 352 |
| 8.1.1  | Généralités .....   | 352 |
| 8.1.2  | Matériaux .....   | 352 |
| 8.1.3  | Parties transportant le courant et leurs connexions.....  | 353 |
| 8.1.4  | Distances d'isolement et lignes de fuite .....  | 353 |
| 8.1.5  | Organe de commande .....  | 354 |
| 8.1.6  | Indication de la position des contacts .....  | 354 |
| 8.1.7  | Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement.....  | 355 |
| 8.1.8  | Bornes.....   | 357 |
| 8.1.9  | Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre .....   | 358 |
| 8.1.10 | Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection .....  | 358 |
| 8.1.11 | Enveloppes dédiées pour le matériel .....   | 360 |
| 8.1.12 | Degrés de protection du matériel sous enveloppe.....  | 360 |
| 8.1.13 | Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques .....  | 360 |
| 8.2    | Exigences relatives aux performances .....  | 361 |
| 8.2.1  | Conditions de fonctionnement.....   | 361 |
| 8.2.2  | Echauffement .....  | 362 |
| 8.2.3  | Propriétés diélectriques .....  | 364 |
| 8.2.4  | Aptitude à l'établissement, au passage et à la coupure des courants<br>à vide et dans les conditions de charge normale et de surcharge..... | 367 |
| 8.2.5  | Aptitude à l'établissement, au passage et à la coupure des courants de<br>court-circuit .....   | 368 |
| 8.2.6  | Impédance de pôle .....   | 368 |
| 8.2.7  | Courants de fuite des matériels aptes au sectionnement .....  | 368 |
| 8.3    | Compatibilité électromagnétique (CEM) .....   | 369 |
| 8.3.1  | Généralités .....   | 369 |
| 8.3.2  | Immunité .....  | 369 |
| 8.3.3  | Emissions.....  | 370 |
| 9      | Essais .....  | 370 |
| 9.1    | Nature des essais .....   | 370 |
| 9.1.1  | Généralités .....   | 370 |
| 9.1.2  | Essais de type .....  | 371 |
| 9.1.3  | Essais individuels de série.....  | 371 |
| 9.1.4  | Essais sur prélèvement.....   | 371 |
| 9.1.5  | Essais spéciaux.....  | 372 |
| 9.2    | Conformité aux exigences relatives à la construction .....  | 372 |
| 9.2.1  | Généralités .....   | 372 |
| 9.2.2  | Essai d'exposition de matériaux à la chaleur anormale et au feu .....   | 372 |
| 9.2.3  | Matériel .....  | 373 |
| 9.2.4  | Enveloppes pour le matériel .....   | 373 |
| 9.2.5  | Propriétés mécaniques et électriques des bornes .....   | 373 |

|  |  |     |
|--|--|-----|
| 9.2.6  | Vérification de l'efficacité de l'indication de la position des contacts principaux des matériels aptes au sectionnement .....   | 376 |
| 9.2.7  | Vide .....   | 378 |
| 9.2.8  | Essais de traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques .....   | 378 |
| 9.2.9  | Essai de continuité à la terre de la terre de protection .....   | 379 |
| 9.3  | Fonctionnement .....   | 379 |
| 9.3.1  | Séquences d'essais .....   | 379 |
| 9.3.2  | Conditions générales d'essai .....   | 380 |
| 9.3.3  | Fonctionnement à vide et dans les conditions de charge normale et de surcharge .....   | 382 |
| 9.3.4  | Fonctionnement en court-circuit .....  | 395 |
| 9.4  | Essais pour la CEM .....   | 401 |
| 9.4.1  | Généralités .....  | 401 |
| 9.4.2  | Immunité .....   | 401 |
| 9.4.3  | Emissions .....  | 402 |
| Annexe A (informative) Harmonisation des catégories d'emploi pour l'appareillage à basse tension .....                         |  | 433 |
| Annexe B (Disponible) .....  |  | 436 |
| Annexe C (normative) Degrés de protection du matériel sous enveloppe .....   |  | 437 |
| C.1  | Généralités .....  | 437 |
| C.2  | Objet .....  | 437 |
| C.3  | Définitions .....  | 437 |
| C.4  | Désignations .....   | 437 |
| C.5  | Degrés de protection contre l'accès aux parties dangereuses et contre la pénétration de corps solides étrangers, indiqués par le premier chiffre caractéristique ..... | 437 |
| C.6  | Degrés de protection contre la pénétration de l'eau indiqués par le deuxième chiffre caractéristique .....   | 437 |
| C.7  | Degrés de protection contre l'accès aux parties dangereuses indiqués par la lettre additionnelle .....   | 438 |
| C.8  | Lettres supplémentaires .....  | 438 |
| C.9  | Exemples de désignation avec le code IP .....  | 438 |
| C.10   | Marquage .....   | 438 |
| C.11   | Exigences d'essai générales .....  | 438 |
| C.12   | Essais pour la protection contre l'accès aux parties dangereuses indiquée par le premier chiffre caractéristique .....   | 439 |
| C.13   | Essais pour la protection contre la pénétration de corps solides étrangers indiquée par le premier chiffre caractéristique .....                                       | 439 |
| C.14   | Essais pour la protection contre la pénétration de l'eau indiquée par le deuxième chiffre caractéristique .....  | 440 |
| C.14.1   | Moyens d'essai .....   | 440 |
| C.14.2   | Conditions d'essai .....   | 440 |
| C.14.3   | Conditions d'acceptation .....   | 440 |
| C.15   | Essais pour la protection contre l'accès aux parties dangereuses indiquée par la lettre additionnelle .....  | 440 |
| C.16   | Résumé des responsabilités des Comités techniques compétents .....   | 440 |
| Annexe D (informative) Exemples d'organes de serrage et relation entre l'organe de serrage et le dispositif de connexion ..... |  | 444 |
| D.1  | Organe de serrage dans un dispositif de connexion .....  | 444 |
| D.2  | Exemples d'organes de serrage .....  | 445 |

|   |     |
|---|-----|
| Annexe E (informative) Description d'une méthode pour le réglage du circuit de charge .....   | 452 |
| Annexe F (informative) Détermination du facteur de puissance ou de la constante de temps d'un court-circuit.....  | 454 |
| F.1 Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit .....  | 454 |
| F.1.1 Méthode I – Détermination d'après la composante continue.....   | 454 |
| F.1.2 Méthode II – Détermination avec un générateur pilote .....  | 455 |
| F.2 Détermination de la constante de temps d'un court-circuit (méthode oscillographique) .....  | 455 |
| Annexe G (informative) Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement .....  | 456 |
| G.1 Principes de base .....   | 456 |
| G.2 Emploi de nervures .....  | 456 |
| Annexe H (informative) Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel.....                       | 463 |
| Annexe J (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.....  | 465 |
| Annexe K (normative) Procédure de détermination des données de fiabilité des dispositifs électromécaniques utilisés dans des applications de sécurité fonctionnelle ..... | 467 |
| K.1 Généralités .....   | 467 |
| K.1.1 Vue d'ensemble.....   | 467 |
| K.1.2 Objet .....   | 467 |
| K.1.3 Exigences générales .....   | 467 |
| K.2 Termes, définitions et symboles.....  | 468 |
| K.2.1 Termes et définitions .....   | 468 |
| K.2.2 Symboles.....   | 469 |
| K.3 Méthode reposant sur les résultats d'essai de durabilité .....  | 469 |
| K.3.1 Méthode générale.....   | 469 |
| K.3.2 Exigences d'essai.....  | 469 |
| K.3.3 Nombre d'échantillons .....   | 469 |
| K.3.4 Caractérisation d'un mode de défaillance .....  | 470 |
| K.3.5 Modélisation de Weibull.....  | 470 |
| K.3.6 Durée de vie utile et limite supérieure du taux de défaillance.....   | 472 |
| K.3.7 Données de fiabilité .....  | 473 |
| K.4 Informations sur les données .....  | 474 |
| K.5 Exemple.....  | 474 |
| K.5.1 Résultats d'essai .....   | 474 |
| K.5.2 Loi de Weibull et régression de rang médian .....   | 475 |
| K.5.3 Durée de vie utile et taux de défaillance .....   | 475 |
| Annexe L (normative) Marquage des bornes et numéro distinctif .....   | 477 |
| L.1 Généralités .....   | 477 |
| L.2 Marquage des bornes des impédances (alphanumérique).....  | 477 |
| L.2.1 Bobines .....   | 477 |
| L.2.2 Déclencheurs électromagnétiques .....   | 478 |
| L.2.3 Electroaimants de verrouillage.....   | 478 |
| L.2.4 Systèmes de voyant lumineux.....  | 479 |
| L.3 Marquage des bornes d'élément de contact des appareils de connexion à deux positions (numérique).....   | 479 |
| L.3.1 Éléments de contact des circuits principaux (éléments de contact principaux).....   | 479 |

|                        |  |     |
|------------------------|--|-----|
| L.3.2                  | Éléments de contact des circuits auxiliaires (éléments de contact auxiliaires).....  | 479 |
| L.4                    | Marquage des bornes des dispositifs de protection contre les surcharges.....   | 481 |
| L.5                    | Numéro distinctif.....   | 482 |
| L.6                    | Marquage des bornes pour les composants de circuit électronique, les contacts et les appareils complets externes associés..... | 482 |
| L.6.1                  | Marquage des bornes pour les composants de circuit électronique et les contacts externes associés.....                         | 482 |
| L.6.2                  | Marquage des bornes pour les appareils complets externes.....  | 485 |
| Annexe M (normative)   | Essai d'inflammabilité.....  | 488 |
| M.1                    | Essai d'inflammation au fil chauffant (HWI).....   | 488 |
| M.1.1                  | Echantillon d'essai.....   | 488 |
| M.1.2                  | Description de l'appareillage d'essai.....   | 488 |
| M.1.3                  | Conditionnement.....   | 489 |
| M.1.4                  | Procédure d'essai.....   | 489 |
| M.2                    | Essai d'inflammation à l'arc (AI).....   | 489 |
| M.2.1                  | Echantillon d'essai.....   | 489 |
| M.2.2                  | Description de l'appareillage d'essai.....   | 489 |
| M.2.3                  | Conditionnement.....   | 490 |
| M.2.4                  | Procédure d'essai.....   | 490 |
| M.3                    | Exigences relatives aux essais HWI et AI.....  | 491 |
| Annexe N (normative)   | Exigences et essais pour le matériel avec séparation de protection.....  | 492 |
| N.1                    | Généralités.....   | 492 |
| N.2                    | Termes et définitions.....   | 492 |
| N.3                    | Exigences.....   | 494 |
| N.3.1                  | Généralités.....   | 494 |
| N.3.2                  | Exigences diélectriques.....   | 494 |
| N.3.3                  | Exigences relatives à la construction.....   | 494 |
| N.4                    | Essais.....  | 495 |
| N.4.1                  | Généralités.....   | 495 |
| N.4.2                  | Essais diélectriques.....  | 495 |
| N.4.3                  | Exemples de mesures relatives à la construction.....   | 496 |
| Annexe O (informative) | Eco-conception.....  | 497 |
| O.1                    | Généralités.....   | 497 |
| O.2                    | Objet.....   | 498 |
| O.3                    | Termes et définitions.....   | 498 |
| O.4                    | Considérations générales.....  | 501 |
| O.5                    | Exigences fondamentales relatives à l'écoconception.....   | 503 |
| O.6                    | Processus d'écoconception (processus ECD).....   | 504 |
| O.6.1                  | Généralités.....   | 504 |
| O.6.2                  | Étapes du processus d'écoconception.....   | 504 |
| O.7                    | Outils pour introduire l'écoconception dans la conception et le développement d'un produit.....                                | 505 |
| O.8                    | Comités techniques de l'ISO concernés.....   | 506 |
| Annexe P (informative) | Cosses d'extrémité pour l'appareillage à basse tension raccordé à des conducteurs en cuivre.....                               | 507 |
| Annexe Q (normative)   | Essais spéciaux – Essais pour les catégories d'environnement.....  | 508 |
| Q.1                    | Généralités.....   | 508 |
| Q.2                    | Classification des matériels.....  | 508 |



|  |  |     |
|--|--|-----|
| Q.3  | Essais.....  | 509 |
| Q.3.1  | Conditions générales d'essai .....   | 509 |
| Q.3.2  | Séquences d'essais .....   | 509 |
| Annexe R (normative) Application de la feuille métallique pour les essais diélectriques sur les parties accessibles pendant le fonctionnement ou le réglage..... |  | 514 |
| R.1  | Généralités .....  | 514 |
| R.2  | Objet.....   | 514 |
| R.3  | Définition de zones .....  | 515 |
| R.3.1  | Généralités .....  | 515 |
| R.3.2  | Application de la feuille métallique sur les parties accessibles pendant le fonctionnement normal ou le réglage .....              | 515 |
| Annexe S (normative) Entrées et sorties numériques .....   |  | 522 |
| S.1  | Généralités .....  | 522 |
| S.2  | Termes et définitions .....  | 522 |
| S.3  | Exigences fonctionnelles.....  | 522 |
| S.3.1  | Valeurs assignées et plages de fonctionnement.....   | 522 |
| S.3.2  | E/S numériques .....   | 523 |
| S.4  | Vérification des exigences relatives aux entrées/sorties.....  | 532 |
| S.4.1  | Généralités .....  | 532 |
| S.4.2  | Vérification des entrées numériques .....  | 533 |
| S.4.3  | Vérification des sorties numériques .....  | 533 |
| S.4.4  | Comportement du matériel.....  | 534 |
| S.5  | Informations générales à fournir par le fabricant .....  | 535 |
| S.5.1  | Informations relatives aux entrées numériques (absorption de courant) .....  | 535 |
| S.5.2  | Informations relatives aux sorties numériques en courant alternatif (émission de courant) .....                                    | 535 |
| S.5.3  | Informations relatives aux sorties numériques en courant continu (émission de courant) .....                                       | 536 |
| S.6  | Equations des plages de fonctionnement normalisées pour les entrées numériques .....   | 536 |
| Annexe T (normative) Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge .....  |  | 538 |
| T.1  | Objet.....   | 538 |
| T.1.1  | Généralités .....  | 538 |
| T.1.2  | Fonction de détection de défaut à la terre .....   | 538 |
| T.2  | Termes et définitions .....  | 538 |
| T.3  | Classification des relais électroniques de surcharge .....   | 539 |
| T.4  | Types de relais avec fonction de détection de défaut à la terre .....  | 539 |
| T.5  | Exigences relatives aux performances .....   | 539 |
| T.5.1  | Limites de fonctionnement des relais électroniques de surcharge de défaut à la terre .....   | 539 |
| T.5.2  | Limites de fonctionnement des relais électroniques à détection de courant de défaut à la terre de type CII(-A et -B) .....         | 540 |
| T.5.3  | Limites de fonctionnement des relais à déséquilibre de tension .....   | 540 |
| T.5.4  | Limites de fonctionnement des relais à inversion de phase.....   | 540 |
| T.5.5  | Limites de fonctionnement des relais à déséquilibre de courant.....  | 540 |
| T.5.6  | Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à maximum de tension .....  | 541 |
| T.6  | Essais.....  | 541 |
| T.6.1  | Limites de fonctionnement des relais électroniques à détection de courant de défaut à la terre de types CI et CII (-A et -B) ..... | 541 |

|                        |  |     |
|------------------------|--|-----|
| T.6.2                  | Vérification de la fonction d'inhibition des relais électroniques à détection de courant de défaut à la terre de type CII (-A et -B) .....       | 541 |
| T.6.3                  | Relais à déséquilibre de courant.....  | 542 |
| T.6.4                  | Relais à déséquilibre de tension .....   | 542 |
| T.6.5                  | Relais à inversion de phase.....   | 542 |
| T.6.6                  | Relais à maximum de tension .....  | 542 |
| T.7                    | Essais individuels de série et essais et sur prélèvement .....   | 542 |
| Annexe U (informative) | Exemples de configurations de circuit de commande.....   | 544 |
| U.1                    | Appareil externe de commande.....  | 544 |
| U.1.1                  | Définition .....   | 544 |
| U.1.2                  | Représentation schématique d'un appareil externe de commande .....   | 544 |
| U.1.3                  | Paramètres d'un appareil externe de commande .....   | 544 |
| U.2                    | Configurations de circuit de commande.....   | 545 |
| U.2.1                  | Matériel avec alimentation de commande externe.....  | 545 |
| U.2.2                  | Matériel avec plusieurs alimentations de commande externes .....   | 545 |
| U.2.3                  | Matériel communiquant par bus (pouvant être combiné avec d'autres configurations de circuit).....  | 546 |
| Annexe V (informative) | Management de l'énergie avec l'appareillage pour l'efficacité énergétique électrique .....   | 547 |
| V.1                    | Généralités .....  | 547 |
| V.2                    | Objet.....   | 547 |
| V.3                    | Termes et définitions .....  | 547 |
| V.4                    | Efficacité énergétique électrique et sécurité .....  | 548 |
| V.5                    | Principes de l'efficacité énergétique électrique (approche systémique) .....   | 548 |
| V.5.1                  | Généralités .....  | 548 |
| V.5.2                  | Stratégie de management de l'énergie.....  | 548 |
| V.5.3                  | Management de l'énergie avec automatisation et commande.....   | 548 |
| V.6                    | Application de l'efficacité énergétique .....  | 549 |
| V.6.1                  | Economie sur les pertes dans les semiconducteurs .....   | 549 |
| V.6.2                  | Correction du facteur de puissance.....  | 549 |
| V.6.3                  | Délestage .....  | 549 |
| V.6.4                  | Commande de moteur des applications à vitesse fixe .....   | 549 |
| Annexe W (normative)   | Procédure de déclaration de matière .....  | 551 |
| W.1                    | Généralités .....  | 551 |
| W.2                    | Objet.....   | 551 |
| W.3                    | Document de référence.....   | 551 |
| W.4                    | Termes et définitions .....  | 551 |
| W.5                    | Exigences relatives à la déclaration de matière.....   | 552 |
| W.5.1                  | Exigences de déclaration générales .....   | 552 |
| W.5.2                  | Exigences de déclaration supplémentaires .....   | 553 |
| W.6                    | Exemple de déclaration de matière établie conformément à W.5.....  | 553 |
| Annexe X (normative)   | Coordination entre un disjoncteur ou un ACP et un autre dispositif de protection contre les courts-circuits, associés dans le même circuit ..... | 561 |
| X.1                    | Généralités .....  | 561 |
| X.2                    | Objet.....   | 562 |
| X.3                    | Exigences générales relatives à la coordination d'un disjoncteur ou d'un ACP avec un autre DPCC .....  | 562 |
| X.3.1                  | Considérations générales .....   | 562 |
| X.3.2                  | Courant d'intersection ( $I_B$ ).....  | 562 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| X.3.3 | Comportement de C <sub>1</sub> en association avec un autre DPCC.....  | 562 |
| X.4   | Type et caractéristiques du DPCC associé.....  | 562 |
| X.5   | Vérification de la sélectivité .....   | 563 |
| X.5.1 | Généralités.....   | 563 |
| X.5.2 | Examen de la sélectivité par étude préliminaire .....  | 563 |
| X.5.3 | Sélectivité déterminée par essai .....   | 565 |
| X.6   | Vérification de la protection d'accompagnement .....   | 565 |
| X.6.1 | Détermination du courant d'intersection.....   | 565 |
| X.6.2 | Vérification de la protection d'accompagnement .....   | 565 |
| X.6.3 | Essais pour la vérification de la protection d'accompagnement.....   | 566 |
| X.6.4 | Résultats à obtenir .....  | 567 |
|       | Bibliographie.....   | 573 |
|       | Figure 1 – Matériel d'essai pour l'essai de flexion (voir 9.2.5.3 et Tableau 5).....   | 418 |
|       | Figure 2 – Gabarits de forme A et de forme B (voir 9.2.5.5.2 et Tableau 7).....  | 418 |
|       | Figure 3 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel unipolaire en courant monophasé ou en courant continu (voir 9.3.3.5.2).....                    | 419 |
|       | Figure 4 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel bipolaire en courant monophasé ou en courant continu (voir 9.3.3.5.2).....                     | 420 |
|       | Figure 5 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel tripolaire (voir 9.3.3.5.2).....   | 421 |
|       | Figure 6 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un matériel tétrapolaire (voir 9.3.3.5.2).....   | 422 |
|       | Figure 7 – Représentation schématique de la tension de rétablissement entre les contacts de la première phase qui coupe dans des conditions idéales (voir 9.3.3.5.2, point e)).....                            | 423 |
|       | Figure 8 – Schéma d'une méthode de réglage du circuit de charge.....   | 424 |
|       | Figure 9 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel unipolaire en courant monophasé ou en courant continu (voir 9.3.4.1.2).....   | 425 |
|       | Figure 10 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel bipolaire en courant monophasé ou en courant continu (voir 9.3.4.1.2).....   | 426 |
|       | Figure 11 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel tripolaire (voir 9.3.4.1.2).....   | 427 |
|       | Figure 12 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un matériel tétrapolaire (voir 9.3.4.1.2).....   | 428 |
|       | Figure 13 – Exemple d'enregistrement d'un essai de fermeture ou de coupure en court-circuit dans le cas d'un matériel unipolaire en courant monophasé (voir 9.3.4.1.8).....                                    | 429 |
|       | Figure 14 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit en courant continu (voir 9.3.4.1.8).....   | 430 |
|       | Figure 15 – Détermination du courant coupé présumé dans le cas où le premier étalonnage du circuit d'essai a été effectué à un courant inférieur au pouvoir assigné de coupure (voir 9.3.4.1.8, point b))..... | 431 |
|       | Figure 16 – Force d'essai sur l'organe de commande (voir 9.2.6.2.1 et Tableau 17).....   | 432 |
|       | Figure D.1 – Organe de serrage dans un dispositif de connexion.....  | 444 |
|       | Figure D.2 – Organes à serrage sous tête de vis .....  | 445 |
|       | Figure D.3 – Organes de serrage à trou.....  | 446 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure D.4 – Organes de serrage à goujon fileté .....  | 447 |
| Figure D.5 – Organes de serrage à plaquette.....   | 448 |
| Figure D.6 – Organes de serrage pour cosses et barres .....  | 449 |
| Figure D.7 – Organes de serrage à capot taraudé.....   | 450 |
| Figure D.8 – Organes de serrage sans vis (représentations isométriques) .....  | 451 |
| Figure E.1 – Détermination de la valeur réelle du facteur $\gamma$ .....   | 453 |
| Figure G.1 – Mesurage des nervures .....   | 457 |
| Figure G.2 – Ligne de fuite entre les isolants fixe et mobile des supports des contacts .....  | 457 |
| Figure G.3 – Exemple 1 .....   | 458 |
| Figure G.4 – Exemple 2 .....   | 458 |
| Figure G.5 – Exemple 3 .....   | 458 |
| Figure G.6 – Exemple 4 .....   | 459 |
| Figure G.7 – Exemple 5 .....   | 459 |
| Figure G.8 – Exemple 6 .....   | 459 |
| Figure G.9 – Exemple 7 .....   | 460 |
| Figure G.10 – Exemple 8 .....  | 460 |
| Figure G.11 – Exemple 9 .....  | 461 |
| Figure G.12 – Exemple 10 .....   | 461 |
| Figure G.13 – Exemple 11 .....   | 462 |
| Figure K.1 – Tracé de la régression de rang médian Weibull.....  | 476 |
| Figure M.1 – Montage pour l’essai d’inflammation au fil chauffant.....   | 488 |
| Figure M.2 – Circuit pour essai d’inflammation à l’arc .....   | 490 |
| Figure N.1 – Exemple d’application avec un composant connecté entre des circuits<br>séparés.....   | 496 |
| Figure O.1 – Relation conceptuelle entre les dispositions dans les normes de produits<br>et les impacts environnementaux associés au produit pendant son cycle de vie..... | 502 |
| Figure O.2 – Vue d’ensemble du processus d’écoconception .....   | 503 |
| Figure P.1 – Dimensions .....  | 507 |
| Figure R.1 – Mécanisme de manœuvre en dehors de l’enveloppe.....   | 516 |
| Figure R.2 – Application de la feuille métallique sur les surfaces de manœuvre autour<br>de l’organe de commande de l’interrupteur .....                                   | 517 |
| Figure R.3 – Exemple d’emplacement de protection du doigt pour les parties actives<br>dangereuses à proximité d’un bouton-poussoir .....                                   | 518 |
| Figure R.4 – Exemple I d’application de la feuille métallique .....  | 518 |
| Figure R.5 – Exemple II d’application de la feuille métallique .....   | 519 |
| Figure R.6 – Exemple III d’application de la feuille métallique .....  | 519 |
| Figure R.7 – Application de la feuille métallique sur les trous et rainures .....  | 520 |
| Figure R.8 – Espace de manœuvre pour la commande par un dispositif rotatif.....  | 521 |
| Figure S.1 – Paramètres d’E/S.....   | 524 |
| Figure S.2 – Domaines de fonctionnement $U-I$ des entrées à absorption de courant .....  | 525 |
| Figure S.3 – Forme d’onde de surcharge temporaire pour les sorties alternatives<br>numériques.....   | 529 |
| Figure S.4 – Forme d’onde de surcharge temporaire pour les sorties continues<br>numériques.....  | 532 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure T.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement d'un relais électronique à détection de courant de défaut à la terre.....  | 543 |
| Figure U.1 – Représentation schématique d'un appareil externe de commande .....  | 544 |
| Figure U.2 – Entrée unique d'alimentation et de commande.....  | 545 |
| Figure U.3 – Entrées d'alimentation et de commande séparées .....  | 545 |
| Figure U.4 – Matériel avec plusieurs alimentations de commande externes .....  | 545 |
| Figure U.5 – Matériel communiquant par bus .....   | 546 |
| Figure W.1 – Exemple d'informations présentes dans les sections Main et BusinessInfo, sous forme de représentation graphique du code XML .....   | 555 |
| Figure W.2 – Exemple d'informations sur le produit, sous forme de représentation graphique du code XML .....   | 557 |
| Figure W.3 – Exemple d'informations sur les substances déclarables, sous forme de représentation graphique du code XML.....  | 558 |
| Figure W.4 – Exemple d'informations sur les classes de matières, sous forme de représentation graphique du code XML.....   | 560 |
| Figure X.1 – Coordination entre un disjoncteur ou un ACP et un fusible en conditions de surintensité, ou protection d'accompagnement assurée par un fusible: caractéristiques de fonctionnement.....             | 568 |
| Figure X.2 – Sélectivité totale entre deux disjoncteurs ou un disjoncteur et un ACP.....   | 569 |
| Figure X.3 – Protection d'accompagnement par un disjoncteur ou un ACP – Caractéristiques de fonctionnement .....   | 570 |
| Figure X.4 – Exemple de circuit d'essai pour les essais de pouvoir de coupure conditionnel en court-circuit représentant la connexion des câbles pour un disjoncteur ou un ACP tripolaire (C <sub>1</sub> )..... | 571 |
| Figure X.5 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la sélectivité.....  | 572 |
|  |     |
| Tableau 1 – Sections nominales des conducteurs ronds en cuivre et relation approximative entre les dimensions en mm <sup>2</sup> et les dimensions dans le système AWG/kcmil (voir 8.1.8.2) .....                | 403 |
| Tableau 2 – Limites d'échauffement des bornes (voir 8.2.2.2 et 9.3.3.3.4) .....  | 404 |
| Tableau 3 – Limites d'échauffement des parties accessibles (voir 8.2.2.3 et 9.3.3.3.4) .....   | 404 |
| Tableau 4 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis (voir 9.2.5.2 et 9.3.2.1).....   | 405 |
| Tableau 5 – Valeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction des conducteurs ronds en cuivre (voir 9.2.5.4.1) .....   | 406 |
| Tableau 6 – Valeurs d'essai pour l'essai de traction des conducteurs plats en cuivre (voir 9.2.5.4.2) .....  | 407 |
| Tableau 7 – Sections maximales des conducteurs et gabarits correspondants (voir 9.2.5.5.1) .....   | 407 |
| Tableau 8 – Relation entre la section et le diamètre du conducteur.....  | 408 |
| Tableau 9 – Conducteurs d'essai en cuivre pour courants d'essai inférieurs ou égaux à 400 A (voir 9.3.3.3.4) .....   | 409 |
| Tableau 10 – Conducteurs d'essai en cuivre pour courants d'essai supérieurs à 400 A et inférieurs ou égaux à 800 A (voir 9.3.3.3.4) .....  | 410 |
| Tableau 11 – Barres d'essai en cuivre pour courants d'essai supérieurs à 400 A et inférieurs ou égaux à 3 150 A (voir 9.3.3.3.4) .....   | 410 |
| Tableau 12 – Tensions d'essai de tenue aux chocs.....  | 411 |
| Tableau 13 – Distances minimales d'isolement dans l'air .....  | 411 |

|  |     |
|--|-----|
| Tableau 14 – Tensions d’essai à travers les contacts ouverts des matériels aptes au sectionnement .....  | 412 |
| Tableau 15 – Lignes de fuite minimales .....   | 412 |
| Tableau 16 – Valeurs des facteurs de puissance et des constantes de temps correspondant aux courants d’essai et rapport $n$ entre la valeur de crête et la valeur efficace du courant (voir 9.3.4.3, point a)).....                    | 413 |
| Tableau 17 – Force d’essai sur l’organe de commande (voir 9.2.6.2.1) .....   | 414 |
| Tableau 18 – Tolérances sur les grandeurs d’essai (voir 9.3.4.3, point a)) .....   | 414 |
| Tableau 19 – Tension d’essai diélectrique en fonction de la tension assignée d’isolement .....   | 414 |
| Tableau 20 – Valeurs d’essai de traction sur les conduits (voir 9.2.8.2) .....   | 415 |
| Tableau 21 – Valeurs d’essai de flexion sur les conduits (voir 9.2.8.3).....   | 415 |
| Tableau 22 – Valeurs d’essai de torsion sur les conduits (voir 9.2.8.2 et 9.2.8.4).....  | 415 |
| Tableau 23 – Essais pour la CEM – Immunité (voir 9.4.1) .....  | 416 |
| Tableau 24 – Critères d’acceptation en présence de perturbations électromagnétiques .....  | 417 |
| Tableau 25 – Section du conducteur de protection en cuivre.....  | 417 |
| Tableau A.1 – Catégories d’emploi utilisées dans la série IEC 60947 .....  | 433 |
| Tableau C.1 – Codes IP (1 de 3).....   | 441 |
| Tableau G.1 – Largeurs minimales des rainures .....  | 456 |
| Tableau H.1 – Correspondance entre la tension nominale du réseau d’alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel, en cas de protection contre les surtensions par des parafoudres conformes à l’IEC 60099-1 ..... | 464 |
| Tableau K.1 – Modes de défaillance des dispositifs .....   | 470 |
| Tableau K.2 – Exemple de 15 durées de fonctionnement avant défaillance des contacteurs triées dans l’ordre croissant .....   | 474 |
| Tableau K.3 – Exemple de calcul de rang médian .....   | 475 |
| Tableau M.1 – Caractéristiques HWI et AI pour les matériaux nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant.....   | 491 |
| Tableau M.2 – Caractéristiques HWI et AI pour les matériaux autres que ceux couverts par le Tableau M.1 .....  | 491 |
| Tableau P.1 – Exemples de cosses d’extrémité pour l’appareillage à basse tension raccordé à des conducteurs en cuivre .....  | 507 |
| Tableau Q.1 – Séquences d’essais (1 de 4) .....  | 510 |
| Tableau S.1 – Valeurs assignées et plages de fonctionnement de l’alimentation entrante .....   | 523 |
| Tableau S.2 – Plages de fonctionnement normalisées pour les entrées numériques (absorption de courant) (1 de 2).....   | 526 |
| Tableau S.3 – Valeurs assignées et plages de fonctionnement des sorties alternatives numériques à émission de courant.....   | 528 |
| Tableau S.4 – Valeurs assignées et plages de fonctionnement (courant continu) pour les sorties continues numériques à émission de courant .....  | 531 |
| Tableau S.5 – Essais de surcharge et de courts-circuits pour sorties numériques .....  | 534 |
| Tableau T.1 – Temps de déclenchement des relais électroniques de surcharge de défaut à la terre .....  | 540 |
| Tableau W.1 – Exemple d’informations présentes dans les sections Main et BusinessInfo, au format tabulaire .....   | 554 |
| Tableau W.2 – Exemple d’informations sur le produit, au format tabulaire.....  | 556 |

|   |     |
|---|-----|
| Tableau W.3 – Exemple d’informations sur les substances déclarables, au format<br>tabulaire ..... | 557 |
| Tableau W.4 – Exemple d’informations sur les classes de matières, au format tabulaire .....       | 559 |

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

### Partie 1: Règles générales

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60947-1 a été établie par le sous-comité 121A: Appareillage à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 2007, l'Amendement 1:2010 et l'Amendement 2:2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

- amélioration des essais relatifs aux valeurs en courant continu,
- mise à jour des essais de CEM,
- suppression de l'Annexe B,



- mise à jour des exigences des essais d'environnement (Tableau Q.1),
- amélioration de l'Annexe R (nouveaux exemples),
- suppression du type d'entrée numérique 2 et insertion du type 3 dans l'Annexe S,
- insertion d'un exemple de déclaration de matière dans l'Annexe W,
- création d'une nouvelle Annexe X (coordination des dispositifs de protection contre les courts-circuits associés dans un même circuit).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS          | Rapport de vote |
|---------------|-----------------|
| 121A/337/FDIS | 121A/344/RVD    |

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60947, sous le titre général *Appareillages à basse tension*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

5.3.6.4 Courant conditionnel de court-circuit assigné ( $I_q$ , en variante  $I_{cc}$ ) (Amérique du Nord)

6.2 Marquage (Etats-Unis et Canada)

8.1.3 Parties transportant le courant et leurs connexions (Etats-Unis)

8.1.7.1 Exigences supplémentaires relatives à la construction (Etats-Unis)

8.1.10.1 (Amérique du Nord)

9.2.6.2.2 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure (Etats-Unis)

9.2.6.2.3 Manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure (Canada et Etats-Unis)

Figure 4 (Etats-Unis et Canada)

Figure 5 (Etats-Unis et Canada)

Figure 10 (Etats-Unis et Canada)

Figure 11 (Etats-Unis et Canada)

Figure X.4 (Etats-Unis et Canada)

Figure X.5 (Etats-Unis et Canada)

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

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

Le contenu du corrigendum 1 (2022-12) a été pris en considération dans cet exemplaire.

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

## INTRODUCTION

Le présent document a pour objectif d'harmoniser dans toute la mesure du possible l'ensemble des règles et des exigences de caractère général applicables à l'appareillage à basse tension, de manière à uniformiser les exigences et les essais visant la gamme complète des matériels correspondants et à éviter d'avoir à effectuer des essais suivant des normes différentes.

Toutes les parties des diverses normes de matériel pouvant être considérées comme générales ont donc été réunies dans le présent document, ainsi que des sujets spécifiques de large intérêt et d'application étendue, tels que les échauffements, les propriétés diélectriques, etc.

Il ne faut donc que deux documents principaux pour déterminer toutes les exigences et tous les essais relatifs à chaque type d'appareillage à basse tension:

- 1) le présent document, désigné par l'appellation "Partie 1" ou "IEC 60947-1" dans les normes spécifiques des différents types d'appareillages à basse tension;
- 2) la norme particulière du matériel considéré, ci-après désignée par l'appellation "norme de produit correspondante" ou "norme de produit de cette série".

Pour qu'une règle générale s'applique à une norme de produit spécifique, cette dernière y fera explicitement référence en mentionnant le numéro de l'article ou du paragraphe correspondant du présent document, suivi de l'expression "de l'IEC 60947-1", par exemple, "7.2.3 de l'IEC 60947-1:20xx".

Une norme de produit spécifique ne s'écartera des règles générales qu'en cas de justification technique précise.

NOTE Toutes les références à des "normes de produits" dans le présent document désignent des "normes de produits de la série IEC 60947".

# APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

## Partie 1: Règles générales

### 1 Domaine d'application

Lorsque la norme de produit correspondante l'exige, le présent document s'applique à l'appareillage basse tension ci-après désigné comme le "matériel" ou le "dispositif", et destiné à être relié à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif, ou 1 500 V en courant continu.

Le présent document a pour objet de fixer les règles générales et exigences de sécurité communes des appareillages basse tension, y compris:

- les définitions,
- les caractéristiques,
- les informations fournies avec le matériel,
- les conditions normales de service, de montage, de transport, de mise hors service et de démontage,
- les exigences relatives à la construction et au fonctionnement,
- la vérification des caractéristiques et du fonctionnement,
- les aspects liés à l'efficacité énergétique (voir Annexe V),
- les aspects environnementaux.

Le présent document ne s'applique pas:

- aux ensembles d'appareillage à basse tension qui sont traités dans la série IEC 61439, suivant le cas;
- aux bornes destinées au raccordement de conducteurs en aluminium;

NOTE Les bornes pour conducteurs en aluminium sont à l'étude pour la prochaine révision.

- à une utilisation dans des atmosphères explosives (voir la série IEC 60079);
- aux exigences relatives aux logiciels et micrologiciels pour les applications de sécurité fonctionnelle (voir IEC 61508-3);
- aux aspects liés à la cybersécurité (voir la série IEC 62443).

### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60038:2009, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60068-1:2013, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

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 60068-2-27:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

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

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

IEC 60085:2007, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

IEC 60092-504:2016, *Installations électriques à bord des navires – Partie 504: Automatisation, commande et instrumentation*

IEC 60216-2, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

IEC 60228:2004, *Ames des câbles isolés*

IEC 60269-1:2006, *Fusibles basse tension – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60269-1:2006/AMD1:2009

IEC 60269-1:2006/AMD2:2014

IEC 60300-3-5:2001, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-5: Guide d'application – Conditions des essais de fiabilité et principes des essais statistiques*

IEC TR 60344:2007, *Calculation of d.c. resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires – Application guide* (disponible en anglais seulement)

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

IEC 60445:2017, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces hommes-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs*

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

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 sous <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60695-2-10:2013, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2014, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis (GWEPT)*

IEC 60695-2-12, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI) pour matériaux*

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

IEC 60947-2:2016, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*  
IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-4-2, *Appareillage à basse tension – Partie 4-2: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteurs à courant alternatif*

IEC 60947-5 (toutes les parties), *Appareillage à basse tension – Partie 5: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande*

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

IEC 60947-8, *Appareillage à basse tension – Partie 8: Unités de commande pour la protection thermique incorporée (CTP) aux machines électriques tournantes*

IEC 60981:2019, *Extra heavy-duty electrical rigid steel conduits*

IEC 60999-1:1999, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm<sup>2</sup> à 35 mm<sup>2</sup> (inclus)*

IEC 60999-2:2003, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 2: Prescriptions particulières pour les organes de serrage pour conducteurs au-dessus de 35 mm<sup>2</sup> et jusqu'à 300 mm<sup>2</sup> (inclus)*

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

IEC 61000-4-34, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-34: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour matériel ayant un courant appelé de plus de 16 A par phase*

IEC 61000-6-2:2016, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

IEC 61000-6-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les équipements utilisés dans les environnements de centrales électriques et de postes*

IEC 61131-2:2017, *Mesurage et contrôle des processus industriels – Automates programmables – Partie 2: Exigences et essais des équipements*

IEC 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

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

IEC 61439 (toutes les parties), *Ensembles d'appareillage à basse tension*

IEC 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 61557-2, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension au plus égale à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 2: Résistance d'isolement*

IEC 61649:2008, *Analyse de Weibull*

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

IEC 62061:2005/AMD1:2012

IEC 62061:2005/AMD2:2015

IEC 62474:2018, *Déclaration de matière pour des produits de et pour l'industrie électrotechnique*

CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 32, *Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'émission*

ISO 3864-2, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 2: Principes de conception pour l'étiquetage de sécurité des produits*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Symboles enregistrés* (disponible sous <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

ISO 13849-1:2015, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*