IEC 61800-5-2

Edition 2.0 2016-04

REDLINE VERSION

colour inside

Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-2: Safety requirements – Functional

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ICS 13.110; 29.200

ISBN 978-2-8322-3353-5

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission

CONTENTS

FOREWORD....7
INTRODUCTION....10
1 Scope ~~and object~~....11
2 Normative references....12
3 Terms and definitions....14
4 Designated *safety sub-functions*....22
4.1 General....22
4.2 *Safety sub-functions*....23
4.2.1 General....23
4.2.2 Limit values....23
4.2.3 Stopping functions....23
4.2.4 ~~Other safety~~ Monitoring functions....25
4.2.5 Output functions – Safe brake control (SBC)....26
5 Management of *functional safety*....26
5.1 Objective....26
5.2 Requirements for the management of *functional safety*....27
5.3 *PDS(SR)* development lifecycle....27
5.4 ~~Functional safety~~ Planning of PDS(SR) functional safety management....28
5.5 Safety requirements specification (*SRS*) for a *PDS(SR)*....30
5.5.1 General....30
5.5.2 *Safety ~~functionality~~ sub-functions* requirements specification....30
5.5.3 *Safety integrity* requirements specification....31
5.6 *PDS(SR)* safety system architecture specification....32
5.6.1 General....32
5.6.2 Requirements for safety system architecture specification....32
6 Requirements for design and development of a *PDS(SR)*....33
6.1 General requirements....33
6.1.1 Change in operational status....33
6.1.2 Design standards....33
6.1.3 Realisation....33
6.1.4 *Safety integrity* and fault detection....33
6.1.5 Safety and non-*safety sub-functions*....34
6.1.6 *SIL ~~to be used~~* for multiple *safety sub-functions* within one PDS(SR)....34
6.1.7 Integrated circuits with on-chip redundancy....35
6.1.8 Software requirements....35
~~6.1.8 Review of requirements....~~
6.1.9 Design documentation....35
6.2 *PDS(SR)* design requirements....36
6.2.1 Basic and well-tried safety principles....36
6.2.2 Requirements for the estimation of the probability of dangerous random hardware failures per hour (*PFH*)....36
6.2.3 Architectural constraints....38
6.2.4 Estimation of *safe failure fraction (SFF)*....41
~~6.2.5 Electromagnetic (EM) immunity requirement of a PDS(SR)....~~
6.2.5 Requirements for *systematic safety integrity* of a *PDS(SR)* and *PDS(SR) subsystems*....41

6.2.6 Design requirements for electromagnetic (EM) immunity of a *PDS(SR)*.....45
6.2.7 Design requirements for thermal immunity of a *PDS(SR)*.....45
6.2.8 Design requirements for mechanical immunity of a *PDS(SR)*.....45
6.3 Behaviour on detection of fault.....45
6.3.1 Fault detection.....45
6.3.2 Fault tolerance greater than zero.....46
6.3.3 Fault tolerance zero.....46
6.4 Additional requirements for data communications.....46
6.5 *PDS(SR)* integration and testing requirements.....47
6.5.1 Hardware integration.....47
6.5.2 Software integration.....47
6.5.3 Modifications during integration.....47
6.5.4 Applicable integration tests.....47
6.5.5 Test documentation.....48
7 Information for use.....48
7.1 General.....48
7.2 Information and instructions for safe application of a *PDS(SR)*.....48
8 *Verification* and *validation*.....50
8.1 General.....50
8.2 *Verification*.....50
8.3 *Validation*.....50
8.4 Documentation.....50
9 Test requirements.....51
9.1 Planning of tests.....51
9.2 Functional testing.....51
9.3 Electromagnetic (EM) immunity testing.....51
9.3.1 General.....51
9.3.2 Intended EM environment.....51
9.3.3 Performance criterion (fail safe state – FS).....52
9.4 Thermal immunity testing.....52
9.4.1 General.....52
9.4.2 Functional thermal test.....52
9.4.3 Component thermal test.....52
9.5 Mechanical immunity testing.....52
9.5.1 General.....52
9.5.2 Vibration test.....53
9.5.3 Shock test.....53
9.5.4 Performance criterion for mechanical immunity tests (fail safe state – FS).....53
9.6 Test documentation.....53
10 Modification.....53
10.1 Objective.....53
10.2 Requirements.....53
10.2.1 General.....53
10.2.2 Modification request.....54
10.2.3 Impact analysis.....54
10.2.4 Authorization.....54
10.2.5 Documentation.....54

Annex A (informative) Sequential task table 55
Annex B (informative) Example for ~~determination~~ estimation of *PFH* 60
B.1 General 60
B.2 Example *PDS(SR)* structure 60
B.2.1 General 60
B.2.2 *Subsystem* A/B 61
B.2.3 *Subsystem* PS/VM 61
B.3 Example PDS(SR) PFH value determination 62
B.3.1 *Subsystem* "A/B" (main *subsystem*) 62
B.3.2 *Subsystem* "PS/VM" 67
B.3.3 *PFH* value of the *safety sub-function* STO of *PDS(SR)* 71
B.4 Reduction of DC and SFF depending on test interval 71
Annex C (informative) Available failure rate databases 73
C.1 Databases 73
C.2 Helpful standards concerning component failure 74
Annex D (informative) Fault lists and fault exclusions 75
D.1 General 75
D.2 Remarks applicable to fault exclusions 75
D.2.1 Validity of exclusions 75
D.2.2 Tin whisker growth 75
D.2.3 Short-circuits on PWB-mounted parts 75
D.3 Fault models 76
D.3.1 Conductors/cables 76
D.3.2 Printed wiring boards/assemblies 76
D.3.3 Terminal block 77
D.3.4 Multi-pin connector 77
D.3.5 Electromechanical devices 78
D.3.6 Transformers 82
D.3.7 Inductances 82
D.3.8 Resistors 82
D.3.9 Resistor Networks 82
D.3.10 Potentiometers 82
D.3.11 Capacitors 82
D.3.12 Discrete semiconductors 82
D.3.13 Signal Isolation components 82
D.3.14 Non-programmable integrated circuits 83
D.3.15 Programmable and/or complex integrated circuits 84
D.3.16 Motion and position feedback sensors 84
Annex E (normative) Electromagnetic (EM) immunity requirement for *PDS(SR)* 89
E.1 General 89
E.2 Immunity requirements – low frequency disturbances 89
E.3 Immunity requirements – high frequency disturbances 92
Annex F (informative) Estimation of PFD_{avg} value for low demand with given PFH value 96
F.1 General 96
F.2 Estimation of PFD_{avg} value for low demand with given PFH value 96
Bibliography 97

Figure 1 – Installation and functional ~~elements~~ parts of a *PDS(SR)* 12
Figure 2 – *Safety function* consisting of *safety sub-functions* 23
~~Figure 3 – Architectures for data communication (a) White channel; b) Black channel) .....~~
Figure 3 – *PDS(SR)* development lifecycle 27
Figure B.1 – Example *PDS(SR)* 60
Figure B.2 – *Subsystem*s of the *PDS(SR)* 61
Figure B.3 – Function blocks of *subsystem* A/B 62
Figure B.4 – Reliability model (Markov) of *subsystem* A/B 65
Figure B.5 – Function blocks of *subsystem* PS/VM 68
Figure B.6 – Reliability model (Markov) of *subsystem* PS/VM 70

Table 1 – Alphabetical list of terms and definitions 13
Table 2 – Example for determining the *SIL* from hardware and software independence 32
Table 3 – *Safety integrity levels*: target failure measures for a *PDS(SR) safety sub-function* 33
Table 4 – ~~Hardware safety integrity: architectural constraints on type A safety-related subsystems~~ Maximum allowable safety integrity level for a *safety sub-function* carried out by a type A safety-related *subsystem* 36
Table 5 – ~~Hardware safety integrity: architectural constraints on type B safety-related subsystems~~ Maximum allowable safety integrity level for a *safety sub-function* carried out by a type B safety-related *subsystem* 37
Table A.1 – Design and development procedure for *PDS(SR)* 50
Table B.1 – Determination of DC factor of subsystem A/B 59
Table B.2 – *PFH* value calculation results for *subsystem* A/B 62
Table B.3 – Determination of DC factor of *subsystem* A/B 63
Table B.4 – *PFH* value calculation results for *subsystem* PS/VM 66
~~Table D.1 – Conductors/cables .....~~
Table D.1 – Printed wiring boards/assemblies 71
Table D.2 – Terminal block 72
Table D.3 – Multi-pin connector 72
Table D.4 – Electromechanical devices (for example relay, contactor relays) 73
Table D.5 – Signal Isolation components 76
~~Table D.6 – Transformers .....~~
~~Table D.7 – Inductances .....~~
~~Table D.8 – Resistors .....~~
~~Table D.9 – Resistor networks .....~~
~~Table D.10 – Potentiometers .....~~
~~Table D.11 – Capacitors .....~~
~~Table D.12 – Discrete semiconductors (for example diodes, Zener diodes, transistors, triacs, GTO thyristors, IGBTs, voltage regulators, quartz crystal, phototransistors, light-emitting diodes [LEDs]) .....~~
~~Table D.13 – Optocouplers .....~~
Table D.6 – Non-programmable integrated circuits 77
Table D.7 – Programmable and/or complex integrated circuits 78
Table D.8 – Motion and position feedback sensors 79

Table E.1 – Minimum immunity requirements for voltage deviations, dips and short interruptions 84
Table E.2 – *PDS(SR)* minimum immunity requirements for voltage deviations, dips and short interruptions on main power ports with a rated voltage above 1 000 V 85
Table E.3 – Immunity requirements – high frequency disturbances 86
Table E.4 – General frequency ranges for mobile transmitters and ISM for radiated tests 88
Table E.5 – General frequency ranges for mobile transmitters and ISM for conducted tests 89

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 5-2: Safety requirements – Functional

FOREWORD

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

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

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

International Standard IEC 61800-5-2 has been prepared by subcommittee 22G: Adjustable speed electric drive systems incorporating semiconductor power converters, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

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

a) rational added in the scope why low demand mode is not covered by this standard
b) definition added for: "*category*" and "*safety function*"
c) "Other sub-functions" sorted into "Monitoring sub-functions" and "Output functions"
d) deleted "proof test" throughout the document because for *PDS(SR)* a proof test is not applicable
e) replaced the term "safety function" by "*safety sub-function*" throughout the document
f) Updated references to IEC 61508 series Ed.2010
g) Added the principle rules of ISO 13849-1 and reference to tables of ISO 13849-2
h) 6.1.6 Text replaced by Table 2
i) 6.1.7 Integrated circuits with on-chip redundancy matched to changed requirement in IEC 61508-2: 2010, Annex E
j) 6.2.8 Design requirements for thermal immunity of a *PDS(SR)*
k) 6.2.9 Design requirements for mechanical immunity of a *PDS(SR)*
l) 6.1.6 *SIL* for multiple *safety sub-functions* within one *PDS(SR)*
m) 6.1.7 Integrated circuits with on-chip redundancy
n) 6.2.1 Basic and well-tried safety principles
o) 6.2.2.1.4 *Diagnostic test* interval when the hardware fault tolerance is greater than zero
p) 6.2.5.2.7 *PDS(SR)* parameterization
q) 9 Test requirements
r) 9.3 Electromagnetic (EM) immunity testing
s) 9.4 Thermal immunity testing
t) 9.5 Mechanical immunity testing
u) Annex A Sequential task table
v) Annex D, D.3.16, Motion and position feedback sensors updated
w) Annex E Electromagnetic immunity (EM) requirement for *PDS(SR)*
x) Annex F Estimation of PFD_{avg} value for low demand with given PFH value

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

FDIS	Report on voting
22G/332/FDIS	22G/335/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 61800 series, published under the general title *Adjustable speed electric drive systems*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

As a result of automation, demand for increased production and reduced operator physical effort, control systems of machinery and plant items play an increasing role in the achievement of overall safety. These control systems increasingly employ complex electrical/ electronic/programmable electronic devices and systems.

Prominent amongst these devices and systems are adjustable speed electrical power drive systems (PDS) that are suitable for use in safety-related applications (*PDS(SR)*).

Examples of industrial applications are:

- machine tools, robots, production test equipment, test benches;
- papermaking machines, textile production machines, calendars in the rubber industry;
- process lines in plastics, chemicals or metal production, rolling-mills;
- cement crushing machines, cement kilns, mixers, centrifuges, extrusion machines;
- drilling machines;
- conveyors, materials handling machines, hoisting equipment (cranes, gantries, etc.);
- pumps, fans, etc.

This standard can also be used as a reference for developers using *PDS(SR)* for other applications.

Users of this standard should be aware that some type C standards for machinery currently refer to ISO 13849-1 for safety-related control systems. In this case, *PDS(SR)* manufacturers may be requested to provide further information (e.g. category and~~/or~~ performance level PL) to facilitate the integration of a *PDS(SR)* into the safety-related control systems of such machinery.

NOTE "Type C standards" are defined in ISO 12100~~-1~~ as machine safety standards dealing with detailed safety requirements for a particular machine or group of machines.

~~Previously, in the absence of standards, there has been a reluctance to accept electronic, and in particular programmable electronic, devices and systems in safety-related functions because of uncertainty regarding the safety performance of such technology.~~

There are many situations where control systems that incorporate a *PDS(SR)* are employed, for example as part of safety measures that have been provided to achieve risk reduction. A typical case is guard interlocking in order to exclude personnel from *hazard*s where access to the~~ danger zone~~ dangerous area is only possible when rotating parts have~~ attained a safe condition~~ stopped. This part of IEC 61800 gives a methodology to identify the contribution made by a *PDS(SR)* to identified *safety sub-function*s and to enable the appropriate design of the *PDS(SR)* and verification that it meets the required performance.

Measures are given to co-ordinate the safety performance of the *PDS(SR)* with the intended risk reduction taking into account the probabilities and consequences of its random and systematic faults.

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 5-2: Safety requirements – Functional

1 Scope ~~and object~~

This part of IEC 61800, which is a product standard, specifies requirements and makes recommendations for the design and development, integration and validation of safety related power drive systems (*PDS(SR)*) in terms of their functional safety considerations. It applies to adjustable speed electrical power drive systems covered by the other parts of the IEC 61800 series of standards as referred in IEC 61800-2.

NOTE 1 The term "integration" refers to the *PDS(SR)* itself, not to its incorporation into the safety-related application.

NOTE 2 Other parts of IEC 61800 cover rating specifications, EMC, electrical safety, etc.

This International Standard is ~~only~~ applicable where functional safety of a *PDS(SR)* is claimed and the *PDS(SR)* is operating mainly in the high demand or continuous mode (see 3.15). ~~For low demand applications, see IEC 61508.~~

While low demand mode operation is possible for a *PDS(SR)*, this standard concentrates on high demand and continuous mode. *Safety sub-function*s implemented for high demand or continuous mode can also be used in low demand mode. Requirements for low demand mode are given in IEC 61508 series. Some guidance for the estimation of average probability of dangerous failure on demand (PFD_{avg}) value is provided in Annex F.

This part of IEC 61800~~, which is a product standard,~~ sets out safety-related considerations of *PDS(SR)*s in terms of the framework of IEC 61508, and introduces requirements for *PDS(SR)*s as *subsystem*s of a safety-related system. It is intended to facilitate the realisation of the electrical/ electronic/ programmable electronic (E/E/PE) ~~elements~~ parts of a *PDS(SR)* in relation to the safety performance of *safety sub-function*(s) of a PDS.

Manufacturers and suppliers of *PDS(SR)*s by using the normative requirements of this part of IEC 61800 will indicate to users (~~control~~ system integrator~~s~~, ~~machinery and plant designers,~~ original equipment manufacturer) the safety performance for their equipment. This will facilitate the incorporation of a *PDS(SR)* into a safety-related control system using the principles of IEC 61508, and possibly its specific sector implementations (for example IEC 61511, IEC 61513, IEC 62061 or ISO 13849).

By applying the requirements from this part of the IEC 61800 series, the corresponding requirements of IEC 61508 that are necessary for a *PDS(SR)* are fulfilled.

This part of IEC 61800 does not specify requirements for:

- the *hazard* and risk analysis of a particular application;
- the identification of *safety sub-function*s for that application;
- the initial allocation of *SIL*s to those *safety sub-function*s;
- the driven equipment except for interface arrangements;
- secondary *hazard*s (for example from failure in a production or manufacturing process);
- the electrical, thermal and energy safety considerations, which are covered in +IEC 61800-5-1;

- the *PDS(SR)* manufacturing process;
- the validity of signals and commands to the *PDS(SR)*.
- security aspects (e.g. cyber security or *PDS(SR)* security of access)

NOTE 3 The functional safety requirements of a *PDS(SR)* are dependent on the application, and ~~must~~ can be considered as a part of the overall risk assessment of the *installation*. Where the supplier of the *PDS(SR)* is not ~~also~~ responsible for the driven equipment, the *installation* designer is responsible for the risk assessment, and for specifying the functional and safety integrity requirements of the *PDS(SR)*.

~~NOTE 3 Even though malevolent actions can influence the functional safety of PDS(SR), security aspects are not considered in this standard.~~

This part of IEC 61800 only applies to *PDS(SR)*s implementing *safety sub-function*s with a *SIL* not greater than *SIL* 3.

Figure 1 shows the installation and the functional ~~elements~~ parts of a *PDS(SR)* that are considered in this part of IEC 61800

~~NOTE Figure 1~~ and shows a logical representation of a *PDS(SR)* rather than its physical description.

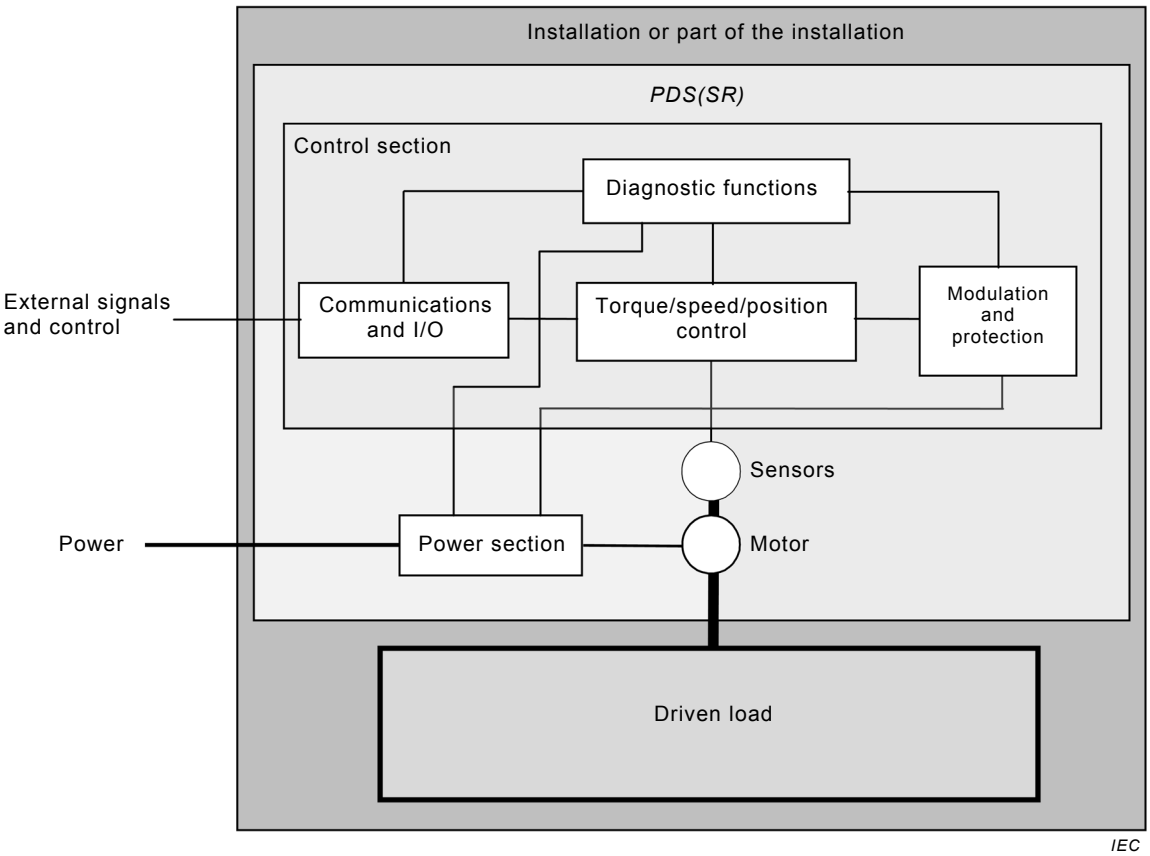


Figure 1 – Installation and functional ~~elements~~ parts of a *PDS(SR)*

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

~~NOTE 1 This does not mean that compliance is required with all clauses of the referenced documents, but rather that this document makes a reference that cannot be understood in the absence of the referenced documents.~~

~~NOTE 2 References to various parts of IEC 61508 are undated, except where specific clauses are indicated.~~

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 61000-2-4:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

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

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-29:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-29: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests*

IEC 61000-4-34:2005, *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 61000-6-7:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-7: Generic standards – Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (functional safety) in industrial locations*

IEC 61400-21:2008, *Wind turbines – Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines*

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

IEC 61508-1:~~1998~~ 2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 1: General requirements*

IEC 61508-2:~~2000~~ 2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61508-3:~~1998~~ 2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 3: Software requirements*

~~IEC 61508-5, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 5: Examples of methods for the determination of safety integrity levels*~~

IEC 61508-6:~~2000~~ 2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 6: Guidelines on the application of IEC 61508-2 and IEC 61508-3*

IEC 61508-7:~~2000~~ 2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 7: Overview of techniques and measures*

IEC 61800-1, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 1: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable speed d.c. power drive systems*

IEC 61800-2:2015, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 2: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable ~~frequency~~ speed a.c. power drive systems*

IEC 61800-3:2004, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods*
IEC 61800-3:2004/AMD1:2011

IEC 61800-4, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 4: General requirements – Rating specifications for a.c. power drive systems above 1 000 V a.c. and not exceeding 35 kV*

IEC 61800-5-1:~~2003~~ 2007, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy*

~~IEC 62280 (all parts), *Railway applications – Communication, signalling and processing systems*~~

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

ISO 13849-2:2012, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation*

IEC 61800-5-2

Edition 2.0 2016-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-2: Safety requirements – Functional

Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-2: Exigences de sécurité – Fonctionnelle



IEC 61800-5-2:2016-04(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD....6
INTRODUCTION....8
1 Scope....9
2 Normative references....10
3 Terms and definitions....12
4 Designated *safety sub-functions*....18
4.1 General....18
4.2 *Safety sub-functions*....19
4.2.1 General....19
4.2.2 Limit values....20
4.2.3 Stopping functions....20
4.2.4 Monitoring functions....21
4.2.5 Output functions – Safe brake control (SBC)....23
5 Management of *functional safety*....23
5.1 Objective....23
5.2 Requirements for the management of *functional safety*....23
5.3 *PDS(SR)* development lifecycle....23
5.4 Planning of *PDS(SR) functional safety* management....24
5.5 Safety requirements specification (*SRS*) for a *PDS(SR)*....26
5.5.1 General....26
5.5.2 *Safety sub-functions* requirements specification....26
5.5.3 *Safety integrity* requirements specification....27
5.6 *PDS(SR)* safety system architecture specification....28
5.6.1 General....28
5.6.2 Requirements for safety system architecture specification....28
6 Requirements for design and development of a *PDS(SR)*....29
6.1 General requirements....29
6.1.1 Change in operational status....29
6.1.2 Design standards....29
6.1.3 Realisation....29
6.1.4 *Safety integrity* and fault detection....29
6.1.5 Safety and non-*safety sub-functions*....30
6.1.6 *SIL* for multiple *safety sub-function*s within one *PDS(SR)*....30
6.1.7 Integrated circuits with on-chip redundancy....31
6.1.8 Software requirements....31
6.1.9 Design documentation....31
6.2 *PDS(SR)* design requirements....31
6.2.1 Basic and well-tried safety principles....31
6.2.2 Requirements for the estimation of the probability of dangerous random hardware failures per hour (*PFH*)....31
6.2.3 Architectural constraints....34
6.2.4 Estimation of *safe failure fraction (SFF)*....35
6.2.5 Requirements for *systematic safety integrity* of a *PDS(SR)* and *PDS(SR) subsystem*s....36
6.2.6 Design requirements for electromagnetic (EM) immunity of a *PDS(SR)*....39
6.2.7 Design requirements for thermal immunity of a *PDS(SR)*....39

6.2.8 Design requirements for mechanical immunity of a *PDS(SR)* 39
6.3 Behaviour on detection of fault 39
6.3.1 Fault detection 39
6.3.2 Fault tolerance greater than zero 39
6.3.3 Fault tolerance zero 39
6.4 Additional requirements for data communications 39
6.5 *PDS(SR)* integration and testing requirements 40
6.5.1 Hardware integration 40
6.5.2 Software integration 40
6.5.3 Modifications during integration 40
6.5.4 Applicable integration tests 40
6.5.5 Test documentation 40
7 Information for use 41
7.1 General 41
7.2 Information and instructions for safe application of a *PDS(SR)* 41
8 *Verification* and *validation* 42
8.1 General 42
8.2 *Verification* 43
8.3 *Validation* 43
8.4 Documentation 43
9 Test requirements 43
9.1 Planning of tests 43
9.2 Functional testing 43
9.3 Electromagnetic (EM) immunity testing 44
9.3.1 General 44
9.3.2 Intended EM environment 44
9.3.3 Performance criterion (fail safe state – FS) 44
9.4 Thermal immunity testing 44
9.4.1 General 44
9.4.2 Functional thermal test 45
9.4.3 Component thermal test 45
9.5 Mechanical immunity testing 45
9.5.1 General 45
9.5.2 Vibration test 45
9.5.3 Shock test 45
9.5.4 Performance criterion for mechanical immunity tests (fail safe state – FS) 45
9.6 Test documentation 45
10 Modification 46
10.1 Objective 46
10.2 Requirements 46
10.2.1 General 46
10.2.2 Modification request 46
10.2.3 Impact analysis 46
10.2.4 Authorization 46
10.2.5 Documentation 46
Annex A (informative) Sequential task table 47
Annex B (informative) Example for estimation of *PFH* 51

B.1 General 51
B.2 Example *PDS(SR)* structure 51
B.2.1 General 51
B.2.2 *Subsystem* A/B 52
B.2.3 *Subsystem* PS/VM 52
B.3 Example PDS(SR) PFH value determination 53
B.3.1 *Subsystem* “A/B” (main *subsystem*) 53
B.3.2 *Subsystem* “PS/VM” 58
B.3.3 *PFH* value of the *safety sub-function* STO of *PDS(SR)* 61
B.4 Reduction of DC and SFF depending on test interval 62
Annex C (informative) Available failure rate databases 63
C.1 Databases 63
C.2 Helpful standards concerning component failure 63
Annex D (informative) Fault lists and fault exclusions 65
D.1 General 65
D.2 Remarks applicable to fault exclusions 65
D.2.1 Validity of exclusions 65
D.2.2 Tin whisker growth 65
D.2.3 Short-circuits on PWB-mounted parts 65
D.3 Fault models 66
D.3.1 Conductors/cables 66
D.3.2 Printed wiring boards/assemblies 66
D.3.3 Terminal block 66
D.3.4 Multi-pin connector 67
D.3.5 Electromechanical devices 67
D.3.6 Transformers 68
D.3.7 Inductances 68
D.3.8 Resistors 68
D.3.9 Resistor Networks 68
D.3.10 Potentiometers 68
D.3.11 Capacitors 68
D.3.12 Discrete semiconductors 68
D.3.13 Signal Isolation components 69
D.3.14 Non-programmable integrated circuits 69
D.3.15 Programmable and/or complex integrated circuits 69
D.3.16 Motion and position feedback sensors 70
Annex E (normative) Electromagnetic (EM) immunity requirement for *PDS(SR)* 74
E.1 General 74
E.2 Immunity requirements – low frequency disturbances 74
E.3 Immunity requirements – high frequency disturbances 77
Annex F (informative) Estimation of PFD_{avg} value for low demand with given PFH value 81
F.1 General 81
F.2 Estimation of PFD_{avg} value for low demand with given PFH value 81
Bibliography 82

Figure 1 – Installation and functional parts of a *PDS(SR)* 10
Figure 2 – *Safety function* consisting of *safety sub-functions* 19

Figure 3 – *PDS(SR)* development lifecycle 24
Figure B.1 – Example *PDS(SR)* 51
Figure B.2 – *Subsystem*s of the *PDS(SR)* 52
Figure B.3 – Function blocks of *subsystem* A/B 53
Figure B.4 – Reliability model (Markov) of *subsystem* A/B 56
Figure B.5 – Function blocks of *subsystem* PS/VM 58
Figure B.6 – Reliability model (Markov) of *subsystem* PS/VM 60

Table 1 – Alphabetical list of terms and definitions 12
Table 2 – Example for determining the *SIL* from hardware and software independence 30
Table 3 – *Safety integrity levels*: target failure measures for a *PDS(SR) safety sub-function* 32
Table 4 – Maximum allowable safety integrity level for a *safety sub-function* carried out by a type A safety-related *subsystem* 35
Table 5 – Maximum allowable safety integrity level for a *safety sub-function* carried out by a type B safety-related *subsystem* 35
Table A.1 – Design and development procedure for *PDS(SR)* 47
Table B.1 – Determination of DC factor of subsystem A/B 55
Table B.2 – *PFH* value calculation results for *subsystem* A/B 58
Table B.3 – Determination of DC factor of *subsystem* A/B 59
Table B.4 – *PFH* value calculation results for *subsystem* PS/VM 61
Table D.1 – Printed wiring boards/assemblies 66
Table D.2 – Terminal block 67
Table D.3 – Multi-pin connector 67
Table D.4 – Electromechanical devices (for example relay, contactor relays) 68
Table D.5 – Signal Isolation components 69
Table D.6 – Non-programmable integrated circuits 69
Table D.7 – Programmable and/or complex integrated circuits 70
Table D.8 – Motion and position feedback sensors 71
Table E.1 – Minimum immunity requirements for voltage deviations, dips and short interruptions 75
Table E.2 – *PDS(SR)* minimum immunity requirements for voltage deviations, dips and short interruptions on main power ports with a rated voltage above 1 000 V 76
Table E.3 – Immunity requirements – high frequency disturbances 77
Table E.4 – General frequency ranges for mobile transmitters and ISM for radiated tests 79
Table E.5 – General frequency ranges for mobile transmitters and ISM for conducted tests 80

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 5-2: Safety requirements – Functional

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 61800-5-2 has been prepared by subcommittee 22G: Adjustable speed electric drive systems incorporating semiconductor power converters, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

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

a) rational added in the scope why low demand mode is not covered by this standard
b) definition added for: "*category*" and "*safety function*"
c) "Other sub-functions" sorted into "Monitoring sub-functions" and "Output functions"
d) deleted "proof test" throughout the document because for *PDS(SR)* a proof test is not applicable

e) replaced the term “safety function” by “*safety sub-function*” throughout the document

f) Updated references to IEC 61508 series Ed.2010

g) Added the principle rules of ISO 13849-1 and reference to tables of ISO 13849-2

h) 6.1.6 Text replaced by Table 2

i) 6.1.7 Integrated circuits with on-chip redundancy matched to changed requirement in IEC 61508-2: 2010, Annex E

j) 6.2.8 Design requirements for thermal immunity of a *PDS(SR)*

k) 6.2.9 Design requirements for mechanical immunity of a *PDS(SR)*

l) 6.1.6 *SIL* for multiple *safety sub-functions* within one *PDS(SR)*

m) 6.1.7 Integrated circuits with on-chip redundancy

n) 6.2.1 Basic and well-tried safety principles

o) 6.2.2.1.4 *Diagnostic test* interval when the hardware fault tolerance is greater than zero

p) 6.2.5.2.7 *PDS(SR)* parameterization

q) 9 Test requirements

r) 9.3 Electromagnetic (EM) immunity testing

s) 9.4 Thermal immunity testing

t) 9.5 Mechanical immunity testing

u) Annex A Sequential task table

v) Annex D, D.3.16, Motion and position feedback sensors updated

w) Annex E Electromagnetic immunity (EM) requirement for *PDS(SR)*

x) Annex F Estimation of PFD_{avg} value for low demand with given PFH value

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

FDIS	Report on voting
22G/332/FDIS	22G/335/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 61800 series, published under the general title *Adjustable speed electric drive systems*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

As a result of automation, demand for increased production and reduced operator physical effort, control systems of machinery and plant items play an increasing role in the achievement of overall safety. These control systems increasingly employ complex electrical/ electronic/programmable electronic devices and systems.

Prominent amongst these devices and systems are adjustable speed electrical power drive systems (PDS) that are suitable for use in safety-related applications (*PDS(SR)*).

Examples of industrial applications are:

- machine tools, robots, production test equipment, test benches;
- papermaking machines, textile production machines, calendars in the rubber industry;
- process lines in plastics, chemicals or metal production, rolling-mills;
- cement crushing machines, cement kilns, mixers, centrifuges, extrusion machines;
- drilling machines;
- conveyors, materials handling machines, hoisting equipment (cranes, gantries, etc.);
- pumps, fans, etc.

This standard can also be used as a reference for developers using *PDS(SR)* for other applications.

Users of this standard should be aware that some type C standards for machinery currently refer to ISO 13849-1 for safety-related control systems. In this case, *PDS(SR)* manufacturers may be requested to provide further information (e.g. category and performance level PL) to facilitate the integration of a *PDS(SR)* into the safety-related control systems of such machinery.

NOTE ”Type C standards” are defined in ISO 12100 as machine safety standards dealing with detailed safety requirements for a particular machine or group of machines.

There are many situations where control systems that incorporate a *PDS(SR)* are employed, for example as part of safety measures that have been provided to achieve risk reduction. A typical case is guard interlocking in order to exclude personnel from *hazard*s where access to the dangerous area is only possible when rotating parts have stopped. This part of IEC 61800 gives a methodology to identify the contribution made by a *PDS(SR)* to identified *safety sub-function*s and to enable the appropriate design of the *PDS(SR)* and verification that it meets the required performance.

Measures are given to co-ordinate the safety performance of the *PDS(SR)* with the intended risk reduction taking into account the probabilities and consequences of its random and systematic faults.

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 5-2: Safety requirements – Functional

1 Scope

This part of IEC 61800, which is a product standard, specifies requirements and makes recommendations for the design and development, integration and validation of safety related power drive systems (*PDS(SR))* in terms of their functional safety considerations. It applies to adjustable speed electrical power drive systems covered by the other parts of the IEC 61800 series of standards as referred in IEC 61800-2.

NOTE 1 The term “integration” refers to the *PDS(SR)* itself, not to its incorporation into the safety-related application.

NOTE 2 Other parts of IEC 61800 cover rating specifications, EMC, electrical safety, etc.

This International Standard is applicable where functional safety of a *PDS(SR)* is claimed and the *PDS(SR)* is operating mainly in the high demand or continuous mode (see 3.15)

While low demand mode operation is possible for a *PDS(SR)*, this standard concentrates on high demand and continuous mode. *Safety sub-function*s implemented for high demand or continuous mode can also be used in low demand mode. Requirements for low demand mode are given in IEC 61508 series. Some guidance for the estimation of average probability of dangerous failure on demand (PFD_{avg}) value is provided in Annex F.

This part of IEC 61800 sets out safety-related considerations of *PDS(SR)*s in terms of the framework of IEC 61508, and introduces requirements for *PDS(SR)*s as *subsystem*s of a safety-related system. It is intended to facilitate the realisation of the electrical/ electronic/ programmable electronic (E/E/PE) parts of a *PDS(SR)* in relation to the safety performance of *safety sub-function*(s) of a PDS.

Manufacturers and suppliers of *PDS(SR)*s by using the normative requirements of this part of IEC 61800 will indicate to users (system integrator, original equipment manufacturer) the safety performance for their equipment. This will facilitate the incorporation of a *PDS(SR)* into a safety-related control system using the principles of IEC 61508, and possibly its specific sector implementations (for example IEC 61511, IEC 61513, IEC 62061 or ISO 13849).

By applying the requirements from this part of the IEC 61800 series, the corresponding requirements of IEC 61508 that are necessary for a *PDS(SR)* are fulfilled.

This part of IEC 61800 does not specify requirements for:

- the *hazard* and risk analysis of a particular application;
- the identification of *safety sub-function*s for that application;
- the initial allocation of *SIL*s to those *safety sub-function*s;
- the driven equipment except for interface arrangements;
- secondary *hazard*s (for example from failure in a production or manufacturing process);
- the electrical, thermal and energy safety considerations, which are covered in +IEC 61800-5-1;
- the *PDS(SR)* manufacturing process;
- the validity of signals and commands to the *PDS(SR)*.

- security aspects (e.g. cyber security or *PDS(SR)* security of access)

NOTE 3 The functional safety requirements of a *PDS(SR)* are dependent on the application, and can be considered as a part of the overall risk assessment of the *installation*. Where the supplier of the *PDS(SR)* is not responsible for the driven equipment, the *installation* designer is responsible for the risk assessment, and for specifying the functional and safety integrity requirements of the *PDS(SR)*.

This part of IEC 61800 only applies to *PDS(SR)*s implementing *safety sub-function*s with a *SIL* not greater than *SIL* 3.

Figure 1 shows the installation and the functional parts of a *PDS(SR)* that are considered in this part of IEC 61800 and shows a logical representation of a *PDS(SR)* rather than its physical description.

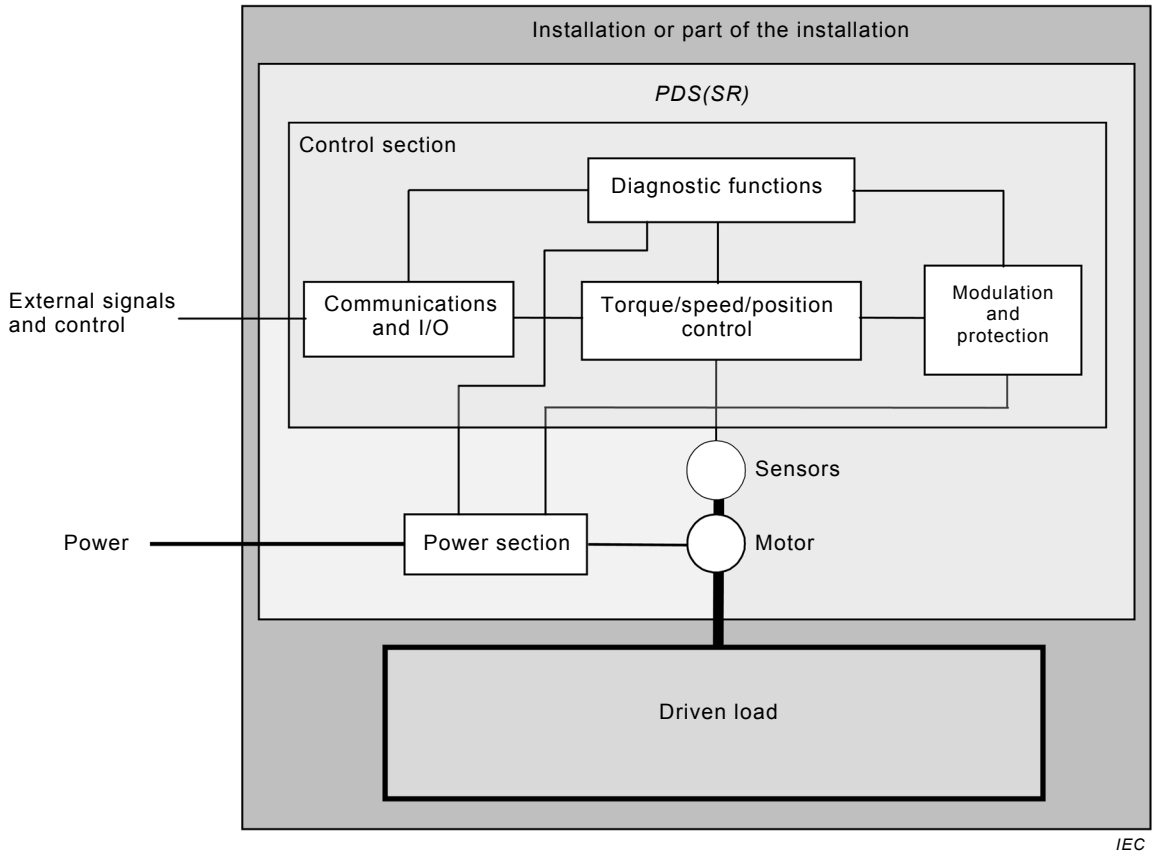


Figure 1 – Installation and functional parts of a *PDS(SR)*

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 61000-2-4:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

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

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-29:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-29: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests*

IEC 61000-4-34:2005, *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 61000-6-7:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-7: Generic standards – Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (functional safety) in industrial locations*

IEC 61400-21:2008, *Wind turbines – Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines*

IEC 61508-1:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 1: General requirements*

IEC 61508-2:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61508-3:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 3: Software requirements*

IEC 61508-6:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 6: Guidelines on the application of IEC 61508-2 and IEC 61508-3*

IEC 61508-7:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 7: Overview of techniques and measures*

IEC 61800-1, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 1: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable speed d.c. power drive systems*

IEC 61800-2:2015, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 2: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable speed a.c. power drive systems*

IEC 61800-3:2004, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods*
IEC 61800-3:2004/AMD1:2011

IEC 61800-4, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 4: General requirements – Rating specifications for a.c. power drive systems above 1 000 V a.c. and not exceeding 35 kV*

IEC 61800-5-1:2007, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy*

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

ISO 13849-2:2012*, Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 89
INTRODUCTION 92
1 Domaine d'application 93
2 Références normatives 94
3 Termes et définitions 96
4 *Sous-fonctions de sécurité* désignées 104
4.1 Généralités 104
4.2 *Sous-fonctions de sécurité* 104
4.2.1 Généralités 104
4.2.2 Valeurs limites 105
4.2.3 Fonctions d'arrêt 105
4.2.4 Fonctions de contrôle 107
4.2.5 Fonctions de sortie – Commande sûre des freins (SBC) 108
5 Gestion de la *sécurité fonctionnelle* 108
5.1 Objectif 108
5.2 Exigences concernant la gestion de la *sécurité fonctionnelle* 109
5.3 Cycle de vie du développement du *PDS(SR)* 109
5.4 Planification de la gestion de la *sécurité fonctionnelle* du *PDS(SR* 109
5.5 Spécification des exigences de sécurité (*SRS*) pour un *PDS(SR*) 112
5.5.1 Généralités 112
5.5.2 Spécification des exigences des *sous-fonctions de sécurité* 112
5.5.3 Spécification des exigences d'*intégrité de sécurité* 113
5.6 Spécification de l'architecture du système de sécurité du *PDS(SR)* 114
5.6.1 Généralités 114
5.6.2 Exigences concernant la spécification de l'architecture du système de sécurité 114
6 Exigences relatives à la conception et au développement d'un *PDS(SR*) 115
6.1 Exigences générales 115
6.1.1 Modification de l'état de fonctionnement 115
6.1.2 Normes de conception 115
6.1.3 Réalisation 115
6.1.4 *Intégrité de sécurité* et détection de défaut 115
6.1.5 *Sous-fonctions de sécurité* et *sous-fonctions non relatives à la sécurité* 116
6.1.6 *SIL* pour plusieurs *sous-fonctions de sécurité* dans un *PDS(SR*) 116
6.1.7 Circuits intégrés avec redondance sur la puce 117
6.1.8 Exigences logicielles 117
6.1.9 Documentation de conception 117
6.2 Exigences relatives à la conception du *PDS(SR*) 117
6.2.1 Principes de sécurité de base et principes de sécurité éprouvés 117
6.2.2 Exigences relatives à l'estimation de la probabilité de défaillances matérielles dangereuses aléatoires par heure (*PFH*) 117
6.2.3 Contraintes architecturales 120
6.2.4 Estimation de la *proportion* de *défaillances en sécurité* (*SFF*) 122
6.2.5 Exigences relatives à l'*intégrité de sécurité systématique* d'un *PDS(SR*) et des *sous-systèmes* d'un *PDS(SR*) 122

6.2.6 Exigences relatives à la conception pour l'immunité électromagnétique d'un *PDS(SR*) 125
6.2.7 Exigences relatives à la conception pour l'immunité thermique d'un *PDS(SR)* 125
6.2.8 Exigences relatives à la conception pour l'immunité mécanique d'un *PDS(SR)* 126
6.3 Comportement sur détection de défaut 126
6.3.1 Détection de défaut 126
6.3.2 Tolérance aux défauts supérieure à zéro 126
6.3.3 Tolérance zéro aux défauts 126
6.4 Exigences supplémentaires relatives à la communication de données 126
6.5 Exigences relatives à l'intégration et aux essais du *PDS(SR*) 126
6.5.1 Intégration matérielle 126
6.5.2 Intégration logicielle 127
6.5.3 Modifications pendant l'intégration 127
6.5.4 Essais d'intégration applicables 127
6.5.5 Documentation relative aux essais 127
7 Informations pour l'utilisation 127
7.1 Généralités 127
7.2 Informations et instructions pour l'utilisation sans risque d'un *PDS(SR*) 127
8 *Vérification* et *validation* 129
8.1 Généralités 129
8.2 *Vérification* 130
8.3 *Validation* 130
8.4 Documentation 130
9 Exigences relatives aux essais 130
9.1 Planification des essais 130
9.2 Essais de fonctionnement 130
9.3 Essais d'immunité électromagnétique (EM) 131
9.3.1 Généralités 131
9.3.2 Environnement EM prévu 131
9.3.3 Critère de performance (état de sécurité intrinsèque, état à sûreté intégrée – FS) 131
9.4 Essais d'immunité thermique 132
9.4.1 Généralités 132
9.4.2 Essai de fonctionnement thermique 132
9.4.3 Essai thermique des composants 132
9.5 Essais d'immunité mécanique 132
9.5.1 Généralités 132
9.5.2 Essai de vibration 132
9.5.3 Essai de choc 132
9.5.4 Critère de performance pour les essais d'immunité mécanique (état de sécurité intrinsèque, état à sûreté intégrée – FS) 132
9.6 Documentation d'essai 132
10 Modification 133
10.1 Objectif 133
10.2 Exigences 133
10.2.1 Généralités 133
10.2.2 Demande de modification 133

10.2.3 Analyse d'impact 133
10.2.4 Autorisation 133
10.2.5 Documentation 133
Annexe A (informative) Table de tâches séquentielles 135
Annexe B (informative) Exemple d'estimation de la *PFH* 140
B.1 Généralités 140
B.2 Exemple de structure d'un *PDS(SR)* 140
B.2.1 Généralités 140
B.2.2 Sous-système A/B 141
B.2.3 Sous-système PS/VM 141
B.3 Exemple de détermination de la valeur de la *PFH* d'un *PDS(SR)* 142
B.3.1 Sous-système "A/B" (sous-système principal) 142
B.3.2 Sous-système «PS/VM» 148
B.3.3 Valeur de la PFH de la sous-fonction de sécurité STO d'un PDS(SR) 152
B.4 Réduction de la DC et de la SFF selon l'intervalle entre essais 153
Annexe C (informative) Bases de données de taux de défaillance utilisables 154
C.1 Bases de données 154
C.2 Normes utiles concernant la défaillance des composants 154
Annexe D (informative) Listes de défauts et exclusions de défauts 156
D.1 Généralités 156
D.2 Remarques applicables aux exclusions de défauts 156
D.2.1 Validité des exclusions 156
D.2.2 Croissance de trichite d'étain 156
D.2.3 Courts-circuits sur des pièces montées sur cartes de câblage imprimé 157
D.3 Modèles de défaut 157
D.3.1 Conducteurs/câbles 157
D.3.2 Cartes/montages de câblage imprimé 157
D.3.3 Bornier 158
D.3.4 Connecteur multibroche 158
D.3.5 Dispositifs électromécaniques 159
D.3.6 Transformateurs 159
D.3.7 Inductances 159
D.3.8 Résistances 159
D.3.9 Réseaux de résistance 159
D.3.10 Potentiomètres 160
D.3.11 Condensateurs 160
D.3.12 Semiconducteurs discrets 160
D.3.13 Composants d'isolement de signal 160
D.3.14 Circuits intégrés non programmables 160
D.3.15 Circuits intégrés programmables et/ou complexes 161
D.3.16 Capteurs de signal de retour de mouvement et de position 162
Annexe E (normative) Exigences d'immunité électromagnétique (EM) pour le *PDS(SR)* 166
E.1 Généralités 166
E.2 Exigences d'immunité – perturbations à fréquence faible 166
E.3 Exigences d'immunité – perturbations à fréquence élevée 169
Annexe F (informative) Estimation de la valeur PFD_{moy} pour une faible sollicitation avec la valeur de la *PFH* donnée 173
F.1 Généralités 173

F.2 Estimation de la valeur PFD_{moy} pour une faible sollicitation avec la valeur de la *PFH* donnée 173
Bibliographie 174

Figure 1 – Installation et parties fonctionnelles d'un *PDS(SR)* 94
Figure 2 – *Fonction de sécurité* comprenant des *sous-fonctions de sécurité* 105
Figure 3 – Cycle de vie du développement du *PDS(SR)* 109
Figure B.1 – Exemple de *PDS(SR)* 140
Figure B.2 – *Sous-systèmes* du *PDS(SR)* 141
Figure B.3 – Blocs fonctionnels du *sous-système* A/B 143
Figure B.4 – Modèle de fiabilité (Markov) du *sous-système* A/B 147
Figure B.5 – Blocs fonctionnels du *sous-système* PS/VM 149
Figure B.6 – Modèle de fiabilité (Markov) du *sous-système* PS/VM 151

Tableau 1 – Liste alphabétique des termes et définitions 97
Tableau 2 – Exemple de détermination du *SIL* à partir de l'indépendance du matériel et du logiciel 116
Tableau 3 – *Niveaux d'intégrité de sécurité*: objectifs chiffrés de défaillance de la *sous-fonction de sécurité* d'un *PDS(SR)* 118
Tableau 4 – Niveau d'intégrité de sécurité maximal admissible pour une *sous-fonction de sécurité* exécutée par un *sous-système* de type A relatif à la sécurité 121
Tableau 5 – Niveau d'intégrité de sécurité maximal admissible pour une *sous-fonction de sécurité* exécutée par un *sous-système* de type B relatif à la sécurité 121
Tableau A.1 – Procédure de conception et de développement du *PDS(SR)* 135
Tableau B.1 – Détermination du facteur de couverture du diagnostic du *sous-système* A/B 145
Tableau B.2 – Résultats du calcul de la valeur de la *PFH* pour le *sous-système* A/B 148
Tableau B.3 – Détermination du facteur de couverture du diagnostic du *sous-système* A/B 149
Tableau B.4 – Résultats du calcul de la valeur de la *PFH* pour le *sous-système* PS/VM 152
Tableau D.1 – Cartes/montages de câblage imprimé 157
Tableau D.2 – Bornier 158
Tableau D.3 – Connecteur multibroche 158
Tableau D.4 – Dispositifs électromécaniques (par exemple relais, relais de contact) 159
Tableau D.5 – Composants d'isolement de signal 160
Tableau D.6 –Circuits intégrés non programmables 161
Tableau D.7 – Circuits intégrés programmables et/ou complexes 161
Tableau D.8 – Capteurs de signal de retour de mouvement et de position 162
Tableau E.1 – Exigences d'immunité minimales pour les écarts, les creux et les coupures brèves de tension 167
Tableau E.2 – Exigences d'immunité minimales pour le *PDS(SR)* pour des écarts, des creux et des coupures brèves de tension au niveau des accès de puissance principaux avec une tension assignée supérieure à 1 000 V 168
Tableau E.3 – Exigences d'immunité – perturbations à fréquence élevée 169
Tableau E.4 – Plages de fréquences générales pour les émetteurs mobiles et les applications ISM pour des essais rayonnés 171

Tableau E.5 – Plages de fréquences générales pour les émetteurs mobiles et les applications ISM pour des essais conduits.....172

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 5-2: Exigences de sécurité – Fonctionnelle

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 61800-5-2 a été établie par le sous-comité 22G: Systèmes d'entraînement électrique à vitesse variable comprenant des convertisseurs à semiconducteurs, du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2007. Cette édition constitue une révision technique.

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

a) ajout, dans le domaine d'application, de la justification pour laquelle le mode de fonctionnement à faible sollicitation n'est pas couvert par la présente norme

b) ajout des définitions de "*catégorie*" et de "*fonction de sécurité*"

c) "Autres sous-fonctions" réorganisées en "Sous-fonctions de contrôle" et en "Fonctions de sortie"

d) suppression du terme "essai périodique" dans l'ensemble du document dans la mesure où cet essai n'est pas applicable à un *PDS(SR)*

e) remplacement du terme "fonction de sécurité" par "*sous-fonction de sécurité*" dans l'ensemble du document

f) mise à jour des références à la série IEC 61508 Éd. 2010

g) ajout des règles de principe de l'ISO 13849-1 et d'une référence aux tableaux de l'ISO 13849-2

h) 6.1.6 texte remplacé par le Tableau 2

i) 6.1.7 Modification des Circuits intégrés avec redondance sur la puce pour correspondre aux exigences de l'Annexe E de l'IEC 61508-2:2010

j) 6.2.8 Exigences relatives à la conception pour l'immunité thermique d'un *PDS(SR)*

k) 6.2.9 Exigences relatives à la conception pour l'immunité mécanique d'un *PDS(SR)*

l) 6.1.6 *SIL* pour plusieurs *sous-fonctions de sécurité* dans un *PDS(SR*)

m) 6.1.7 Circuits intégrés avec redondance sur la puce

n) 6.2.1 Principes de sécurité de base et principes de sécurité éprouvés

o) 6.2.2.1.4 Intervalle entre *essais de diagnostic* pour une tolérance aux défauts supérieure à zéro du matériel

p) 6.2.5.2.7 *Paramétrage du PDS(SR)*

q) 9 Exigences relatives aux essais

r) 9.3 Essais d'immunité électromagnétique (EM)

s) 9.4 Essais d'immunité thermique

t) 9.5 Essais d'immunité mécanique

u) Annexe A Table de tâches séquentielles

v) Annexe D, D.3.16, mise à jour de Capteurs de signal de retour de mouvement et de position

w) Annexe E Exigences d'immunité électromagnétique (EM) pour le *PDS(SR)*

x) Annexe F Estimation de la valeur PFD_{moy} pour une faible sollicitation avec la valeur de la *PFH* donnée

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22G/332/FDIS	22G/335/RVD

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

Du fait de l'automatisation, de la demande croissante de la production et de la réduction des efforts physiques produits par les opérateurs, les systèmes de commande des machines et des usines jouent un rôle croissant dans l'accomplissement de la sécurité globale. Ces systèmes de commande utilisent de plus en plus d'appareillages et de systèmes électriques/ électroniques/électroniques programmables complexes.

Les entraînements électriques de puissance à vitesse variable (PDS), utilisables dans des applications relatives à la sécurité (*PDS(SR*)) font partie des appareillages et systèmes les plus importants.

Exemples d'applications industrielles:

- machines-outils, robots, équipements d'essai en production, bancs d'essai;
- machines à papier, machines de production textile, calandres pour l'industrie du caoutchouc;
- lignes de processus des plastiques, de la production chimique ou métallique, moulins;
- machines de concassage du ciment, fours à ciment, mixeurs, centrifugeuses, machines d'extrusion;
- machines de forage;
- convoyeurs, machines de maniement de matériaux, équipements de levage (grues, portiques, etc.);
- pompes, ventilateurs, etc.

Les développeurs utilisant des *PDS(SR*) peuvent également se référer à la présente norme pour d'autres applications.

Il convient que les utilisateurs de la présente norme aient connaissance du fait que certaines normes de type C applicables aux machines font actuellement référence à l'ISO 13849-1 pour les systèmes de commande relatifs à la sécurité. Dans ce cas, les fabricants de *PDS(SR*) peuvent être invités à fournir des informations supplémentaires (par exemple, le niveau de performance PL et la catégorie) afin de faciliter l'intégration d'un *PDS(SR*) dans les systèmes de commande relatifs à la sécurité pour les machines concernées.

NOTE Les «normes de type C» sont définies dans l'ISO 12100 comme des normes de sécurité des machines traitant des exigences de sécurité détaillées s'appliquant à une machine particulière ou à un groupe de machines particulier.

De nombreuses situations témoignent de l'utilisation de systèmes de commande intégrant un *PDS(SR*) en tant qu'élément de mesures de sécurité par exemple qui ont été installés à des fins de réduction du risque. Le verrouillage de protection est un cas typique de protection du personnel dans le cas d'une *situation dangereuse* pour laquelle l'accès à l'emplacement dangereux n'est possible que lorsque les parties tournantes sont à l'arrêt. La présente partie de l'IEC 61800 spécifie une méthodologie permettant d'identifier la contribution apportée par un *PDS(SR*) aux *sous-fonctions* de sécurité identifiées, de réaliser la conception appropriée du *PDS(SR*) et de vérifier qu'elle satisfait aux performances exigées.

Les mesures indiquées permettent de coordonner la performance de sécurité du *PDS(SR*) avec la réduction attendue du risque en prenant en compte les probabilités et les conséquences de ses défauts systématiques et aléatoires.

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 5-2: Exigences de sécurité – Fonctionnelle

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61800, qui est une norme de produit, spécifie des exigences et donne des recommandations pour la conception et le développement, l'intégration et la validation des entraînements de puissance relatifs à la sécurité (*PDS(SR*)), en considération de leur sécurité fonctionnelle. Elle s'applique aux entraînements électriques de puissance à vitesse variable couverts par les autres parties de la série de normes IEC 61800 à laquelle il est fait référence dans l'IEC 61800-2.

NOTE 1 Le terme «intégration» se rapporte au *PDS(SR)* lui-même, non pas à son incorporation dans l'application relative à la sécurité.

NOTE 2 Les autres parties de l'IEC 61800 concernent les spécifications de dimensionnement, la CEM, la sécurité électrique, etc.

La présente Norme internationale est applicable lorsque la sécurité fonctionnelle d'un *PDS(SR*) est revendiquée et que le *PDS(SR*) fonctionne principalement en mode à sollicitation élevée ou en mode continu (voir 3.15).

Bien qu'un *PDS(SR)* puisse fonctionner en mode à faible sollicitation, la présente norme traite plus particulièrement du mode à sollicitation élevée et du mode continu. Les *sous-fonctions* de sécurité mises en œuvre pour le mode à sollicitation élevée ou pour le mode continu peuvent également être utilisées pour le mode à faible sollicitation. Des exigences relatives au mode à faible sollicitation sont données dans la série IEC 61508. Des lignes directrices relatives à l'estimation de la valeur PFD_{moy} (probabilité moyenne de défaillance dangereuse en cas de sollicitation) sont données à l'Annexe F.

La présente partie de l'IEC 61800 expose des considérations relatives à la sécurité des *PDS(SR*) prises dans le cadre de l'IEC 61508 et présente des exigences pour les *PDS(SR*) en tant que *sous-systèmes* d'un système relatif à la sécurité. Elle est destinée à faciliter la réalisation des parties électriques/électroniques/électroniques programmables (E/E/PE) d'un *PDS(SR*) en liaison avec la performance de sécurité d'une ou des *sous-fonctions de sécurité* d'un PDS.

En se référant aux exigences normatives de la présente partie de l'IEC 61800, les fabricants et les fournisseurs de *PDS(SR*) indiquent aux utilisateurs (intégrateur de système, fabricant original de l'équipement (OEM ou original equipment manufacturer en anglais) la performance de sécurité pour leur équipement. Ceci facilite l'incorporation d'un *PDS(SR)* dans un système de commande relatif à la sécurité appliquant les principes de l'IEC 61508 ou éventuellement ses applications sectorielles spécifiques (par exemple l'IEC 61511, l'IEC 61513, l'IEC 62061 ou l'ISO 13849).

Lorsque les exigences de la présente partie de la série IEC 61800 sont appliquées, les exigences correspondantes de l'IEC 61508 nécessaires à un *PDS(SR)* sont satisfaites.

La présente partie de l'IEC 61800 ne spécifie pas d'exigences pour:

- l'analyse des *dangers* et des risques pour une application particulière;
- l'identification des *sous-fonctions de sécurité* pour l'application concernée;

- l'attribution initiale des *SIL* pour ces *sous-fonctions de sécurité*;
- l'équipement entraîné, à l'exception des aménagements de l'interface;
- des *dangers* secondaires (issus par exemple d'une défaillance d'un procédé de production ou de fabrication);
- les considérations de sécurité électrique, thermique et d'énergie, qui sont couvertes par l'IEC 61800-5-1;
- le procédé de fabrication du *PDS(SR*);
- la validité des signaux et des commandes du *PDS(SR*).
- les considérations de sécurité (par exemple cyber sécurité ou sécurité d'accès au *PDS(SR)*

NOTE 3 Les exigences en sécurité fonctionnelle d'un *PDS(SR)* dépendent de l'application et peuvent être considérées comme une partie de l'appréciation globale du risque de l'*installation*. Lorsque le fournisseur du *PDS(SR)* n'est pas responsable de l'équipement entraîné, il incombe au concepteur de l'*installation* de réaliser l'appréciation du risque et de spécifier les exigences fonctionnelles et d'intégrité de sécurité du *PDS(SR)*.

La présente partie de l'IEC 61800 s'applique uniquement aux *PDS(SR*) incorporant des *sous-fonctions de sécurité* dont le *SIL* n'est pas supérieur au *SIL 3*.

La Figure 1 représente l'installation et les parties fonctionnelles d'un *PDS(SR*) qui sont prises en compte dans la présente partie de l'IEC 61800. Il s'agit d'une représentation logique – et non physique – d'un *PDS(SR)*.

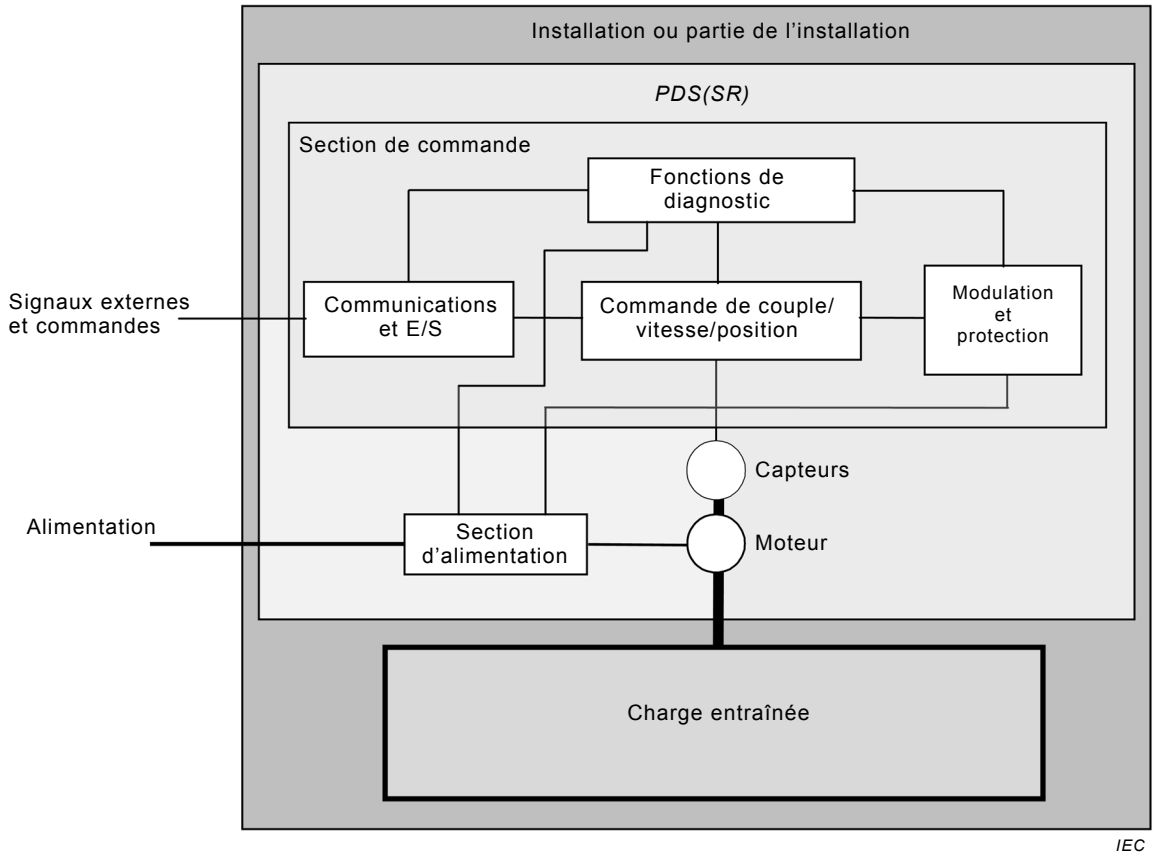


Figure 1 – Installation et parties fonctionnelles d'un *PDS(SR*)

2 Références normatives

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

références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60204-1, *Sécurité des machines – Équipement électrique des machines – Partie 1: Règles générales*

IEC 61000-2-4:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-4: Environnement – Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

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

IEC 61000-4-3:2010, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques / Associée à l'IEC 61000-4-3 (2006-02), amendement 1 (2007-11) et amendement 2 (2010-03) ou à l'IEC 61000-4-1 Édition 3.1 (2008-04) et amendement 2 (2010-03)*

IEC 61000-4-4:2012, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-6:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-29:2000, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-29: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension sur les accès d'alimentation en courant continu*

IEC 61000-4-34:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-29: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour matériel ayant un courant d'alimentation de plus de 16 A par phase; Amendement 1; Corrigendum 1*

IEC 61000-6-7:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-7: Normes génériques – Exigences d'immunité pour les équipements visant à exercer des fonctions dans un système lié à la sécurité (sécurité fonctionnelle) dans des sites industriels*

IEC 61400-21:2008, *Éoliennes – Partie 21: Mesurage et évaluation des caractéristiques de qualité de puissance des éoliennes connectées au réseau*

IEC 61508-1:2010, *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques / électroniques / électroniques programmables relatifs à la sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61508-2:2010, *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques / électroniques / électroniques programmables relatifs à la sécurité – Partie 2: Exigences pour les systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 61508-3:2010, *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques / électroniques / électroniques programmables relatifs à la sécurité – Partie 3: Exigences concernant les logiciels*

IEC 61508-6:2010, *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques / électroniques / électroniques programmables relatifs à la sécurité – Partie 6: Lignes directrices pour l'application de la CEI 61508-2 et de la CEI 61508-3*

IEC 61508-7:2010, *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques / électroniques / électroniques programmables relatifs à la sécurité – Partie 7: Présentation de techniques et mesures*

IEC 61800-1, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 1: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînement de puissance à vitesse variable en courant continu et basse tension*

IEC 61800-2:2015, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 2: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînement de puissance à vitesse variable en courant alternatif et basse tension*

IEC 61800-3:2012, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 3: Exigences de CEM et méthodes d'essais spécifiques*

IEC 61800-4, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 4: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînements de puissance en courant alternatif de tension supérieure à 1 000 V alternatif et ne dépassant pas 35 kV*

IEC 61800-5-1:2007, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-1: Exigences de sécurité – Électrique, thermique et énergétique*

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

ISO 13849-2:2012, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 2: Validation*