IEC 61800-5-3

Edition 1.0 2021-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-3: Safety requirements – Functional, electrical and environmental requirements for encoders

Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-3: Exigences de sécurité – Exigences fonctionnelle, électrique et environnementale pour codeurs

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 13.110; 29.130.99; 29.200

ISBN 978-2-8322-9400-0

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

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

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 9
1 Scope 10
2 Normative references 11
3 Terms and definitions 12
4 *Safety sub-functions* 20
4.1 General 20
4.2 Safe incremental position (SIP) 20
4.3 Safe absolute position (SAP) 20
4.4 Safe speed value (SSV) 20
4.5 Safe acceleration value (SAV) 20
4.6 *Safety sub-functions* for evaluation and signalling 21
5 Management of *functional safety* 21
6 Requirements for design and development 21
6.1 General requirements 21
6.2 Design standards 25
6.3 *Fault* detection 25
6.4 Design requirements for specific types of *Encoder(SR)* 26
6.4.1 Design requirements for *Encoder(SR)* with sine and cosine output signals 26
6.4.2 Design requirements for *Encoder(SR)* with incremental and absolute output signals 27
6.4.3 Design requirements for *Encoder(SR)* with square wave signal interface 28
6.4.4 Design requirements for Resolver 28
6.5 Design requirements regarding mechanics 29
6.5.1 General 29
6.5.2 Design requirements for *mechanical fastenings* 29
6.5.3 Design requirements for *mechanical connecting elements* 29
6.5.4 Bearings 29
6.6 Design requirements for signal generation 30
6.6.1 General 30
6.6.2 Design requirements for signal generation of optical *Encoder(SR)* 30
6.6.3 Design requirements for signal generation of magnetic *Encoder(SR)* 30
6.7 Design requirements for *signal processing* 31
6.8 Design requirements for internal evaluation and signaling 31
6.9 Design requirements for software 31
6.10 Pre-setting 31
6.11 Parameterization 31
6.12 Design requirements for thermal immunity 31
6.13 Design requirements for mechanical immunity 31
6.14 Design requirements for integrated connection cables 31
7 Information for use 32
7.1 General 32
7.2 Labels 32
7.3 Information and instructions for safe application of an *Encoder(SR)* 32
8 Verification and validation 32

8.1 General 32
8.2 Verification of *hardware fault tolerance* 32
8.3 Additional verification for *Encoder(SR)* with sine and cosine output signals 32
8.3.1 Verification of diagnostic measures for *Encoder(SR)* with sine and cosine output signals with *HFT* = 0 32
8.3.2 Suitability for *interpolation* 32
8.4 *Qualitative FMEDA* 33
8.5 Quantification 34
9 Test requirements 34
9.1 General 34
9.2 Planning of tests 34
9.3 Functional testing 34
9.4 Electromagnetic (EM) and electrical immunity testing 34
9.4.1 Electrical tests 34
9.4.2 Electromagnetic (EM) immunity testing 35
9.5 Thermal immunity testing 35
9.5.1 General 35
9.5.2 Dry cold 35
9.5.3 Dry heat 35
9.5.4 Damp heat 36
9.5.5 Temperature rise test 36
9.6 Mechanical immunity testing 36
9.6.1 Clearances and creepage distances 36
9.6.2 Short-circuit testing of printed wiring boards 36
9.6.3 *Mechanical fastenings* 36
9.6.4 *Mechanical connecting elements* 36
9.6.5 Vibration and shock test 37
9.6.6 Mechanical properties of integrated connecting cables 38
9.6.7 Testing the non-touchability 38
9.6.8 Deformation testing 38
9.7 Material tests 38
9.8 Suitability of the components and materials used 38
9.9 Contamination of *solid measure* 39
9.10 Labels 39
9.11 Instructions 39
9.12 Test documentation 39
10 Modification 39
Annex A (informative) Types of *Encoder(SR)* 40
Annex B (informative) Universal architecture of *Encoder(SR)* 43
B.1 General 43
B.2 The universal *Encoder(SR)* architecture 43
Annex C (informative) Examples of suitable mechanical tests for rotary *Encoder(SR)* 44
C.1 General 44
C.2 Mechanical fastening of the *Encoder(SR)* 44
C.2.1 Force-locked connection (e.g. by bolted joints) 44
C.2.2 Form-locked connection (e.g. by feather key) 44
C.3 *Mechanical connecting* elements of the *Encoder(SR)* – *Stator coupling* (torque support) or *shaft-rotor coupling* 45
C.3.1 General 45

C.3.2 Axial loads 45
C.3.3 Radial loads 45
Annex D (informative) Extended shock testing for rotary *Encoder(SR)* mounted to motors 47
D.1 General 47
D.2 Pseudo-velocity shock-response spectrum (PVSRS) 47
D.3 Verification of resilience 47
D.4 Testing machine 48
Annex E (informative) Dimensioning of clearances and creepage distances on printed wiring boards – Example 50
E.1 General 50
E.2 Assumptions 50
E.3 Application of IEC 61800-5-1:2007, 5.2.2.1 50
Annex F (normative) Information and instructions – Detailed list 51
F.1 Overview 51
F.2 Detailed list 51
Annex G (informative) *Encoder(SR) fault* lists and *fault* exclusions 54
Annex H (informative) Quantification 58
H.1 General 58
H.2 Safety architecture and safety-related block diagram 58
H.3 Failure rates 59
H.4 Failure rates at realistic working temperatures 60
H.5 *Quantitative FMEDA* and assessment of diagnostic measures 61
H.6 Estimation of the common cause factor *β* (only in case of redundancy) 62
H.7 Estimation of the *PFH* 62
H.8 *Safe failure fraction* (*SFF*) 62
H.9 Determination of the quantitative *SIL capability* 63
H.9.1 General 63
H.9.2 *SIL* limit by architectural constraints 63
H.9.3 *SIL* limit by *PFH* 63
H.10 Additional considerations to comply with ISO 13849-1 64
H.10.1 General 64
H.10.2 $MTTF_D$ of a channel 64
H.10.3 Determination of the quantitative category capability 64
H.10.4 Determination of the quantitative *PL*-capability 64
Annex I (informative) Digital processing of sine/cosine signals 65
I.1 General 65
I.2 Sampling of sine and cosine signals 65
I.3 Consequences 66
I.4 Measures to improve *DC* 67
Annex J (informative) Single channel architecture with *ideal fault detection* 68
J.1 General 68
J.2 *Ideal fault detection* for *Encoder(SR)* with sine and cosine output signals 68
Annex K (informative) Specifics for single channel incremental *Encoder(SR)* with sine and cosine output signals 70
K.1 General 70
K.2 *Single-fault tolerance* 70
K.3 Undetectable *faults* 70

K.4 *Fault* detection (*DC*) 70
Annex L (normative) Static analysis of *signal evaluation* and *fault* detection 72
L.1 General 72
L.2 Motivation for the analysis of *signal evaluation* and *fault* detection 72
L.3 What does "static analysis of *signal processing*" mean? 72
L.4 Standard test signals 76
L.4.1 Make test signal available (step 1) 76
L.4.2 Test signal 1 79
L.4.3 Test signal 2 79
L.4.4 Test signal 3 80
L.4.5 Test signal 4 80
L.4.6 Test signal 5 81
L.5 Simulation of *signal processing* to specification 81
L.5.1 General 81
L.5.2 Form differential signals (step 2) 83
L.5.3 Form square-wave signals to specification (Schmitt trigger, step 3) 83
L.5.4 Perform specified diagnostics (step 4) 83
L.6 Assessment of the *signal processing* specification 84
L.6.1 General 84
L.6.2 Assessment concept for the *signal processing* specification 85
L.7 FMEDA *Encoder(SR)* for verification of the *diagnostic coverage* 88
L.7.1 General 88
L.7.2 Explanation of the problem 88
L.7.3 Procedure for FMEDA 90
L.8 List of variables used for performing static analysis 92
L.9 MS Excel tool for performance of static analysis 93
Annex M (informative) Aspects of diagnostic measures for obtaining incremental position values 94
M.1 General 94
M.2 Obtaining position values from incremental signals 94
M.3 Phase error of the sine and the cosine signals 96
M.3.1 General 96
M.3.2 Phase errors with absolute values < 90° 96
M.3.3 Phase errors with absolute values > 90° 99
M.4 Threshold errors of the square wave signal shapers 100
M.4.1 General 100
M.4.2 Asymmetric switching thresholds 101
M.4.3 Unequal switching hysteresis at the square wave shaping for sine and cosine 101
Bibliography 103

Figure 1 – Context of *Encoder(SR)* 11
Figure 2 – Example of hardware architecture of *Encoder(SR)* with incremental and absolute output signal 28
Figure B.1 – Universal *Encoder(SR)* architecture 43
Figure C.1 – Example of an additional ring for assembly with eccentricity x 46
Figure D.1 – Sample shock and corresponding PVSRS on 4CP 47
Figure D.2 – Testing machine 48

Figure I.1 – Digital sampling of sine and cosine signals – Hardware architecture, example 65
Figure I.2 – Lissajous figures of the sine and cosine signals A and B 66
Figure L.1 – Static analysis concept 73
Figure L.2 – Static analysis procedure (for one test signal) with variable denominations 76
Figure L.3 – Substitute circuit for *Encoder(SR)'s* outbound interface 77
Figure L.4 – Example of a circuit for evaluation of the output signals and diagnostics of *Encoder(SR) faults* 82
Figure L.5 – Lissajous diagrams (representation of signal B over signal A) in two *fault* cases 90
Figure L.6 – Examples of the dual effect of a single component *fault* 91
Figure M.1 – Obtaining position values from incremental signals 95
Figure M.2 – Counting pulse generation, faultless case 96
Figure M.3 – Counting pulse generation with a phase error of 20° 97
Figure M.4 – Lissajous diagram with a phase error $\Delta\varphi$ = 20° 98
Figure M.5 – Square-wave signal generation by means of a Schmitt trigger 100
Figure M.6 – Counting pulse generation with asymmetric switching thresholds 101
Figure M.7 – Counting pulse generation with unequal switching hysteresis 102

Table 1 – List of terms 13
Table 2 – Applicable subclauses of IEC 61800-5-2:2016 for *Encoder(SR)* and respective modifications 21
Table 3 – Applicable references of IEC 61800-5-1:2007 and IEC 61800-5-1:2007/AMD1:2016 for *Encoder(SR)* and respective modifications 23
Table A.1 – Types of *Encoder(SR)* 40
Table B.1 – Function blocks of the universal *Encoder(SR)* architecture 43
Table G.1 – *Encoder(SR)* – Mechanic *fault* list and *fault* exclusions 55
Table G.2 – *Faults* and *fault* exclusions for the selection, mounting and operation of rolling bearings 56
Table G.3 – Factors influencing the malfunctioning of rolling bearings – Considerations for selection, mounting and operation 56
Table H.1 – Components for *Encoder(SR)* and their inclusion in quantification 59

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 5-3: Safety requirements – Functional, electrical and environmental requirements for encoders

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 61800-5-3 has been prepared by subcommittee 22G: Adjustable speed electric power drive systems (PDS), of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

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

FDIS	Report on voting
22G/431/FDIS	22G/434/RVD

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

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

Terms in *italics* are defined in Clause 3.

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

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this 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 *encoder* which are for example applied to measure angle and position of machine parts for use in safety-related applications (*Encoder(SR)*). Based on the *Encoder(SR)'s* output signals, *PDS(SR)* or other *evaluation units* calculate for example speed, acceleration, absolute position, etc., to perform their safety sub-functions SLS, SLA, SLP and others (see IEC 61800-5-2:2016, Clause 4). The *signal processing* necessary to perform some of these *safety sub-functions* may also be included in the *Encoder(SR)*.

Examples of industrial applications are:

- machine tools, robots, production test equipment, test benches;
- papermaking machines, textile production machines, calendars in the rubber industry;
- plastics processing lines, chemicals or metal production lines, 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 document can also be used as a reference for developers using *Encoder(SR)* for other applications, for example in wind power plants.

Users of this document should be aware that some type C standards for machinery currently refer to ISO 13849-1 for safety-related control systems. In this case, *Encoder(SR)* manufacturers may be requested to provide further information (e.g. category and *performance level PL*) to facilitate the integration of an *Encoder(SR)* into the safety-related control systems of such machinery. This has been considered during development of this document and corresponding indications are included where appropriate.

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.

There are many situations where control systems that incorporate *Encoder(SR)* are employed, for example as part of safety measures that have been provided to achieve risk reduction. A typical case is reducing the speed during start-up in order to protect personnel from hazards arising by unexpected fast movements of machine parts. This document gives a methodology to identify the contribution made by an *Encoder(SR)* to identified safety *sub-functions* and to enable the appropriate design of the *Encoder(SR)* and verification that it achieves the required performance.

Measures are given to co-ordinate the safety performance of the *Encoder(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 5-3: Safety requirements – Functional, electrical and environmental requirements for encoders

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 *encoder* (*Encoder(SR)*) in terms of their *functional safety* considerations, electrical safety and environmental conditions. It applies to *Encoder(SR)*, being sensors as part of a *PDS(SR)*.

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

This document can also be referred to and used for *Encoder(SR)* in any other safety-related application, for example safety-related position monitoring.

NOTE 2 This document specifies only complementary *functional safety*, electrical safety and environmental condition requirements that are not clearly provided by other parts of the IEC 61800 series.

This document is applicable where *functional safety* of an *encoder* is claimed and the *Encoder(SR)* is operating mainly in the high demand or continuous mode.

NOTE 3 While low demand mode operation is possible for an *Encoder(SR)*, this document concentrates on high demand and continuous mode. *Safety sub-functions* 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 (all parts) [2]. Some guidance for the estimation of average probability of *dangerous failure* on demand (PFD_{avg}) value is provided in IEC 61800-5-2:2016, Annex F.

The requirements of IEC 61800-5-2:2016 for *PDS(SR)* apply to *Encoder(SR)* as applicable. This document includes additional or different requirements for *Encoder(SR)*. It sets out safety-related considerations of *Encoder(SR)* in terms of the framework of IEC 61508 (all parts), and introduces requirements for *Encoder(SR)* as subsystems of a safety-related system. It is intended to facilitate the realisation of the electrical/electronic/programmable electronic (E/E/PE) and mechanical parts of an *Encoder(SR)* in relation to the safety performance of *safety sub-function*(s) of an *Encoder(SR)*.

Manufacturers and suppliers of *Encoder(SR)* will, by using the normative requirements of this document, indicate to users (system integrator, original equipment manufacturer) the safety performance of the *Encoder(SR)*. This will facilitate the incorporation of *Encoder(SR)* into safety-related control systems using the principles of IEC 61508 (all parts), and possibly its specific sector implementations (for example IEC 61511 (all parts) [3], IEC 61513 [4], IEC 62061 [5] or ISO 13849-1 and ISO 13849-2 (see Clause 2).

By applying the requirements from this document, the corresponding requirements of IEC 61508 (all parts) that are necessary for an *Encoder(SR)* are fulfilled.

This document does not specify requirements for:

- the functional properties of an *Encoder(SR)* without any safety relevance;
- the *hazard* and risk analysis of a particular application;
- the identification of *safety sub-functions* for that application;
- the initial allocation of *SIL*s to those *safety sub-functions*;
- the driven equipment except for interface arrangements;

- secondary *hazard*s (for example from failure in a production or manufacturing process);
- the *Encoder(SR)* manufacturing process;
- the validity of signals and commands to the *Encoder(SR)*; and
- security aspects (e.g. cyber security or *Encoder(SR)* security of access).

NOTE 4 The *functional safety* requirements of an *Encoder(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 *Encoder(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 *Encoder(SR)*.

This document applies to *Encoder(SR)* implementing *safety sub-functions* with a *SIL* not greater than *SIL* 3.

This document provides additional information for *Encoder(SR)* claiming conformity with ISO 13849-1:2015.

Figure 1 shows the installation and the functional parts of a *PDS(SR)* including the *Encoder(SR)* (sensor) which is considered in this document.

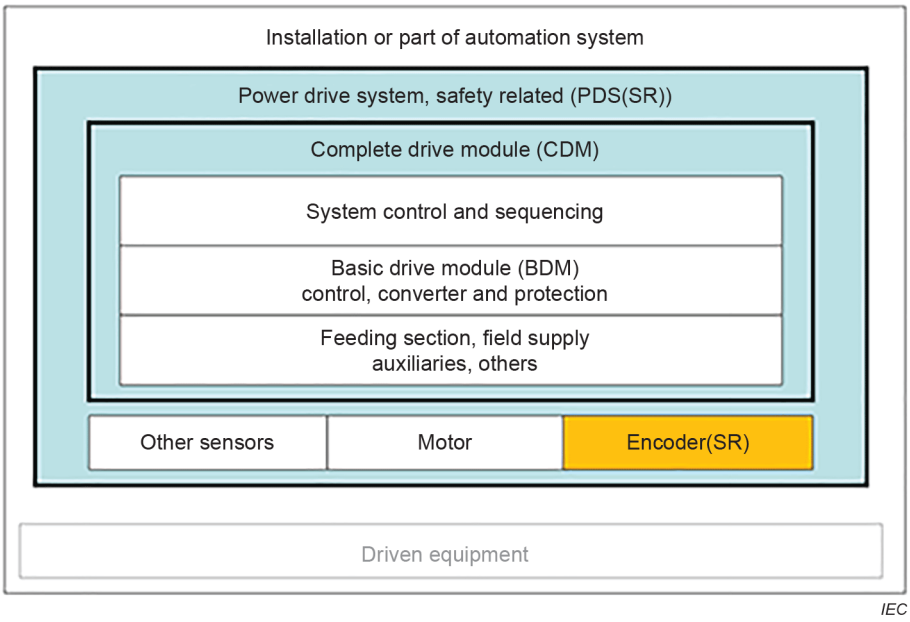


Figure 1 – Context of *Encoder(SR)*

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

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

IEC 60068-2-47, *Environmental testing – Part 2-47: Tests – Mounting of specimens for vibration, impact and similar dynamic tests*

IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60947-5-2:2019, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*

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 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 61800-1:1997, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 1: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable speed d.c. power drive systems*

IEC 61800-5-1:2007, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy*
IEC 61800-5-1:2007/AMD1:2016

IEC 61800-5-2:2016, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-2: Safety requirements – Functional*

IEC 62368-1:2018, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*

ISO 13849-1:2015*, 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 111
INTRODUCTION 113
1 Domaine d'application 114
2 Références normatives 116
3 Termes et définitions 116
4 *Sous-fonctions de sécurité* 124
4.1 Généralités 124
4.2 Position incrémentale sûre (SIP, *safe incremental position*) 124
4.3 Position absolue sûre (SAP, *safe absolute position*) 125
4.4 Valeur de vitesse sûre (SSV, *safe speed value*) 125
4.5 Valeur d'accélération sûre (SAV, *safe acceleration value*) 125
4.6 *Sous-fonctions de sécurité* pour l'évaluation et la signalisation 125
5 Gestion de la *sécurité fonctionnelle* 125
6 Exigences relatives à la conception et au développement 125
6.1 Exigences générales 125
6.2 Normes de conception 130
6.3 Détection de *défaut* 130
6.4 Exigences relatives à la conception de types spécifiques de *codeurs(SR)* 131
6.4.1 Exigences relatives à la conception d'un *codeur(SR)* avec signaux de sortie sinus et cosinus 131
6.4.2 Exigences relatives à la conception d'un *codeur(SR)* avec signaux de sortie incrémentaux et absolus 132
6.4.3 Exigences relatives à la conception d'un *codeur(SR)* avec interface de signaux à ondes carrées 133
6.4.4 Exigences relatives à la conception du résolveur 134
6.5 Exigences relatives à la conception mécanique 134
6.5.1 Généralités 134
6.5.2 Exigences relatives à la conception des *fixations mécaniques* 134
6.5.3 Exigences relatives à la conception des *éléments de connexion mécaniques* 134
6.5.4 Roulements 134
6.6 Exigences relatives à la conception pour la génération des signaux 135
6.6.1 Généralités 135
6.6.2 Exigences relatives à la conception pour la génération des signaux d'un *codeur(SR)* optique 135
6.6.3 Exigences relatives à la conception pour la génération des signaux d'un *codeur(SR)* magnétique 136
6.7 Exigences relatives à la conception pour le *traitement des signaux* 136
6.8 Exigences relatives à la conception pour l'évaluation interne et la signalisation 136
6.9 Exigences relatives à la conception des logiciels 136
6.10 Préréglage 136
6.11 Paramétrage 136
6.12 Exigences relatives à la conception pour l'immunité thermique 137
6.13 Exigences relatives à la conception pour l'immunité mécanique 137
6.14 Exigences relatives à la conception des câbles de connexion intégrés 137
7 Informations pour l'utilisation 137
7.1 Généralités 137

7.2 Etiquettes 137
7.3 Informations et instructions pour l'utilisation sûre d'un *codeur(SR)* 137
8 Vérification et validation 137
8.1 Généralités 137
8.2 Vérification de la *tolérance aux anomalies du matériel* 137
8.3 Vérification supplémentaire pour un *codeur(SR)* avec signaux de sortie sinus et cosinus 138
8.3.1 Vérification des mesures diagnostiques d'un *codeur(SR)* avec signaux de sortie sinus et cosinus de *HFT* = 0 138
8.3.2 Adaptabilité à l'*interpolation* 138
8.4 *FMEDA qualitative* 138
8.5 Quantification 139
9 Exigences relatives aux essais 139
9.1 Généralités 139
9.2 Planification des essais 139
9.3 Essais de fonctionnement 140
9.4 Essais d'immunité électromagnétique (EM) et électrique 140
9.4.1 Essais électriques 140
9.4.2 Essais d'immunité électromagnétique (EM) 140
9.5 Essais d'immunité thermique 140
9.5.1 Généralités 140
9.5.2 Froid sec 140
9.5.3 Chaleur sèche 141
9.5.4 Chaleur humide 141
9.5.5 Essai d'échauffement 141
9.6 Essais d'immunité mécanique 142
9.6.1 Distances d'isolement et lignes de fuite 142
9.6.2 Essais de court-circuit des cartes de câblage imprimé 142
9.6.3 *Fixations mécaniques* 142
9.6.4 *Eléments de connexion mécaniques* 142
9.6.5 Essai de vibrations et de chocs 143
9.6.6 Propriétés mécaniques des câbles de connexion intégrés 143
9.6.7 Essais d'inaccessibilité 143
9.6.8 Essais de déformation 144
9.7 Essais de matériaux 144
9.8 Adaptabilité des composants et des matériaux utilisés 144
9.9 Contamination de l'*indicateur statique* 145
9.10 Etiquettes 145
9.11 Instructions 145
9.12 Documentation relative aux essais 145
10 Modification 145
Annexe A (informative) Types de *codeurs(SR)* 146
Annexe B (informative) Architecture universelle de *codeur(SR)* 149
B.1 Généralités 149
B.2 Architecture universelle de *codeur(SR)* 149
Annexe C (informative) Exemples d'essais mécaniques appropriés pour un *codeur(SR)* rotatif 151
C.1 Généralités 151
C.2 Fixation mécanique du *codeur(SR)* 151

C.2.1 Raccordement à verrouillage par force (par des assemblages boulonnés, par exemple) 151
C.2.2 Raccordement à verrouillage par profil (par clavette, par exemple) 151
C.3 Eléments de *connexion mécaniques* du *codeur(SR)* – Accouplement statorique (support de couple) ou accouplement arbre-rotor 152
C.3.1 Généralités 152
C.3.2 Charges axiales 152
C.3.3 Charges radiales 152
Annexe D (informative) Essais de chocs prolongés pour les *codeurs(SR)* rotatifs montés sur moteurs 154
D.1 Généralités 154
D.2 Spectre de réponse aux chocs en pseudovitesse (PVSRS, *Pseudo-velocity shock-response spectrum*) 154
D.3 Vérification de la résilience 155
D.4 Machine d'essai 155
Annexe E (informative) Dimensionnement des distances d'isolement et lignes de fuite sur les cartes de câblage imprimé – Exemple 157
E.1 Généralités 157
E.2 Hypothèses 157
E.3 Application du 5.2.2.1 de l'IEC 61800-5-1:2007 157
Annexe F (normative) Informations et instructions – Liste détaillée 158
F.1 Vue d'ensemble 158
F.2 Liste détaillée 158
Annexe G (informative) Listes de *défauts* du *codeur(SR)* et exclusions de *défauts* 162
Annexe H (informative) Quantification 166
H.1 Généralités 166
H.2 Architecture de sécurité et bloc-diagramme relatif à la sécurité 166
H.3 Taux de défaillance 167
H.4 Taux de défaillance à des températures de fonctionnement réalistes 168
H.5 *FMEDA quantitative* et évaluation des mesures diagnostiques 169
H.6 Estimation du facteur de cause commune β (uniquement en cas de redondance) 171
H.7 Estimation de la *PFH* 171
H.8 *Proportion de défaillances en sécurité* (*SFF*) 171
H.9 Détermination de la *capacité SIL* quantitative 171
H.9.1 Généralités 171
H.9.2 Limite du *SIL* par les contraintes architecturales 171
H.9.3 Limite du *SIL* par la *PFH* 172
H.10 Considérations complémentaires en vue de la conformité à l'ISO 13849-1 172
H.10.1 Généralités 172
H.10.2 $MTTF_D$ d'un canal 173
H.10.3 Détermination de la capacité de catégorie quantitative 173
H.10.4 Détermination de la capacité *PL* quantitative 173
Annexe I (informative) Traitement numérique des signaux sinus/cosinus 174
I.1 Généralités 174
I.2 Echantillonnage des signaux sinus et cosinus 174
I.3 Conséquences 175
I.4 Mesures qui visent à améliorer la *DC* 176
Annexe J (informative) Architecture monocanale avec *détection de défaut idéale* 177

J.1 Généralités 177
J.2 *Détection de défaut idéale* pour un *codeur(SR)* avec signaux de sortie sinus et cosinus 177
Annexe K (informative) Spécifications relatives à un *codeur(SR)* incrémental monocanal avec signaux de sortie sinus et cosinus 179
K.1 Généralités 179
K.2 *Tolérance au premier défaut* 179
K.3 *Défauts* non détectables 179
K.4 Détection de *défaut* (*DC*) 180
Annexe L (normative) Analyse statique de l'*évaluation des signaux* et de la détection de *défaut* 181
L.1 Généralités 181
L.2 Raisons qui motivent l'analyse de l'*évaluation des signaux* et de la détection de *défaut* 181
L.3 Signification du terme "analyse statique du *traitement des signaux*" 182
L.4 Signaux d'essai normalisés 185
L.4.1 Rendre le signal d'essai disponible (étape 1) 185
L.4.2 Signal d'essai 1 188
L.4.3 Signal d'essai 2 188
L.4.4 Signal d'essai 3 189
L.4.5 Signal d'essai 4 189
L.4.6 Signal d'essai 5 190
L.5 Simulation du *traitement des signaux* aux fins de la spécification 191
L.5.1 Généralités 191
L.5.2 Formation des signaux différentiels (étape 2) 192
L.5.3 Formation des signaux à ondes carrées selon la spécification (bascule de Schmitt, étape 3) 192
L.5.4 Réalisation des diagnostics spécifiés (étape 4) 193
L.6 Evaluation de la spécification du *traitement des signaux* 193
L.6.1 Généralités 193
L.6.2 Concept d'évaluation de la spécification du *traitement des signaux* 195
L.7 FMEDA du codeur(SR) pour vérifier la couverture du diagnostic 198
L.7.1 Généralités 198
L.7.2 Explication du problème 198
L.7.3 Procédure pour la FMEDA 201
L.8 Liste des variables utilisées pour effectuer l'analyse statique 202
L.9 Outil MS Excel pour l'exécution de l'analyse statique 204
Annexe M (informative) Aspects des mesures diagnostiques en vue de l'obtention des valeurs de position incrémentale 205
M.1 Généralités 205
M.2 Obtention des valeurs de position à partir de signaux incrémentaux 205
M.3 Erreur de phase des signaux sinus et cosinus 207
M.3.1 Généralités 207
M.3.2 Erreurs de phase avec des valeurs absolues < 90° 207
M.3.3 Erreurs de phase avec des valeurs absolues > 90° 210
M.4 Erreurs de seuil des conformateurs de signaux à ondes carrées 211
M.4.1 Généralités 211
M.4.2 Seuils de commutation asymétriques 212
M.4.3 Hystérésis de commutation inégale à la mise en forme des ondes carrées pour le sinus et le cosinus 212

Bibliographie 214

Figure 1 – Contexte du *codeur(SR)* 115
Figure 2 – Exemple d'architecture matérielle d'un *codeur(SR)* avec signaux de sortie incrémentaux et absolus 133
Figure B.1 – Architecture universelle de *codeur(SR)* 149
Figure C.1 – Exemple de bague supplémentaire pour assemblage avec excentricité x 153
Figure D.1 – Choc et PVSRS correspondant sur 4CP 154
Figure D.2 – Machine d'essai 156
Figure I.1 – Echantillonnage numérique des signaux sinus et cosinus – Architecture matérielle, exemple 174
Figure I.2 – Figures de Lissajous des signaux sinus et cosinus A et B 175
Figure L.1 – Concept d'analyse statique 183
Figure L.2 – Procédure d'analyse statique (pour un signal d'essai) avec dénomination des variables 185
Figure L.3 – Circuit de substitution de l'interface de sortie du *codeur(SR)* 186
Figure L.4 – Exemple de circuit pour l'évaluation des signaux de sortie et des diagnostics des *défauts* du *codeur(SR)* 192
Figure L.5 – Figures de Lissajous (représentation du signal B sur le signal A) dans deux cas d'*anomalies* 200
Figure L.6 – Exemples du double effet d'une *anomalie* de composant unique 201
Figure M.1 – Obtention des valeurs de position à partir de signaux incrémentaux 206
Figure M.2 – Génération d'impulsions de comptage, cas sans anomalie 207
Figure M.3 – Génération d'impulsions de comptage avec une erreur de phase de 20° 208
Figure M.4 – Figure de Lissajous avec une erreur de phase $\Delta\varphi$ = 20° 209
Figure M.5 – Génération d'un signal à ondes carrées au moyen d'une bascule de Schmitt 211
Figure M.6 – Génération d'impulsions de comptage avec seuils de commutation asymétriques 212
Figure M.7 – Génération d'impulsions de comptage avec hystérésis de commutation inégale 213

Tableau 1 – Liste des termes 117
Tableau 2 – Paragraphes de l'IEC 61800-5-2:2016 applicables aux *codeurs(SR)* et modifications respectives 126
Tableau 3 – Références de l'IEC 61800-5-1:2007 et de l'IEC 61800-5-1:2007/AMD1:2016 applicables aux *codeurs(SR)* et modifications respectives 127
Tableau A.1 – Types de *codeurs(SR)* 146
Tableau B.1 – Blocs fonctionnels de l'architecture universelle de *codeur(SR)* 150
Tableau G.1 – *Codeur(SR)* – Liste de *défauts* mécaniques et exclusions de *défauts* 163
Tableau G.2 – *Défauts* et exclusions de *défauts* pour le choix, le montage et le fonctionnement des roulements 164
Tableau G.3 – Facteurs qui exercent une influence sur le dysfonctionnement des roulements – Considérations relatives au choix, au montage et au fonctionnement 164
Tableau H.1 – Composants du *codeur(SR)* et leur inclusion dans la quantification 167

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 5-3: Exigences de sécurité – Exigences fonctionnelle, électrique et environnementale pour codeurs

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 61800-5-3 a été établie par le sous-comité 22G: Systèmes d'entraînement électrique de puissance à vitesse variable (PDS), du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

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

FDIS	Rapport de vote
22G/431/FDIS	22G/434/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Les termes en *italique* sont définis à l'Article 3.

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 ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

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

IMPORTANT – Le logo 'colour inside' qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer 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 *codeurs* qui sont, par exemple, utilisés pour mesurer l'angle et la position de parties d'une machine dans le cadre d'applications relatives à la sécurité (*codeurs(SR)*) font partie des appareillages et systèmes les plus importants. A partir des signaux de sortie des *codeurs(SR)*, les *PDS(SR)* ou d'autres *unités d'évaluation* calculent, par exemple, la vitesse, l'accélération, la position absolue, etc., afin de réaliser leurs sous-fonctions de sécurité SLS, SLA, SLP et autres (voir Article 4 de l'IEC 61800-5-2:2016). Le *traitement des signaux* nécessaire pour réaliser certaines de ces *sous-fonctions de sécurité* peut également être inclus dans le *codeur(SR)*.

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 qui utilisent des *codeurs(SR)* peuvent également se référer au présent document pour d'autres applications, par exemple dans les centrales éoliennes.

Il convient que les utilisateurs du présent document 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 *codeurs(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 *codeur(SR)* dans les systèmes de commande relatifs à la sécurité pour les machines concernées. Cela a été pris en compte lors de l'élaboration du présent document, et les indications correspondantes sont incluses, le cas échéant.

NOTE Les "normes de type C" sont définies dans l'ISO 12100 [1] comme des normes de sécurité des machines qui traitent des exigences de sécurité détaillées qui s'appliquent à une machine particulière ou à un groupe de machines particulier.

De nombreuses situations témoignent de l'utilisation de systèmes de commande qui intègrent un *codeur(SR)* en tant qu'élément de mesures de sécurité, par exemple, qui ont été installés à des fins de réduction du risque. La réduction de la vitesse au démarrage est un cas classique de protection du personnel dans le cas d'une situation dangereuse provoquée par des mouvements rapides inattendus de parties de la machine. Le présent document spécifie une méthodologie qui permet d'identifier la contribution apportée par un *codeur(SR)* aux *sous-fonctions* de sécurité identifiées, de réaliser la conception appropriée du *codeur(SR)* et de vérifier qu'elle satisfait aux performances exigées.

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

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 5-3: Exigences de sécurité – Exigences fonctionnelle, électrique et environnementale pour codeurs

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 *codeurs* relatifs à la sécurité (*codeurs(SR)*), au regard de leur *sécurité fonctionnelle*, de leur sécurité électrique et des conditions d'environnement. Elle s'applique aux *codeurs(SR)* qui sont des capteurs qui font partie d'un *PDS(SR)*.

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

Le présent document peut également servir de référence et être utilisé pour les *codeurs(SR)* dans le cadre de toute autre application relative à la sécurité, par exemple la surveillance de position relative à la sécurité.

NOTE 2 Le présent document spécifie uniquement les exigences complémentaires concernant la *sécurité fonctionnelle*, la sécurité électrique et les conditions d'environnement qui ne sont pas clairement fournies dans d'autres parties de la série IEC 61800.

Le présent document est applicable lorsque la *sécurité fonctionnelle* d'un *codeur* est revendiquée et que le *codeur(SR)* fonctionne principalement en mode à sollicitation élevée ou en mode continu.

NOTE 3 Bien qu'il soit possible qu'un *codeur(SR)* fonctionne en mode à faible sollicitation, le présent document 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 l'IEC 61508 (toutes les parties) [2]. Des recommandations relatives à l'estimation de la valeur PFD_{moy} (probabilité moyenne de *défaillance dangereuse* en cas de sollicitation) sont données à l'Annexe F de l'IEC 61800-5-2:2016.

Les exigences de l'IEC 61800-5-2:2016 concernant les *PDS(SR)* s'appliquent aux *codeurs(SR)*, selon le cas. Le présent document comprend des exigences supplémentaires ou différentes pour les *codeurs(SR)*. Il expose des considérations relatives à la sécurité des *codeurs(SR)*, prises dans le cadre de l'IEC 61508 (toutes les parties), et présente des exigences pour les *codeurs(SR)* en tant que sous-systèmes d'un système relatif à la sécurité. Il est destiné à faciliter la réalisation des parties électriques/électroniques/électroniques programmables (E/E/PE) d'un *codeur(SR)* en liaison avec la performance de sécurité d'une ou de plusieurs *sous-fonctions de sécurité* d'un *codeur(SR)*.

En se référant aux exigences normatives du présent document, les fabricants et les fournisseurs de *codeurs(SR)* indiquent aux utilisateurs (intégrateur de système, fabricant original de l'équipement) la performance de sécurité pour leur *codeur(SR)*. Ceci facilite l'incorporation d'un *codeur(SR)* dans un système de commande relatif à la sécurité qui applique les principes de l'IEC 61508 (toutes les parties), et éventuellement ses applications sectorielles spécifiques (par exemple l'IEC 61511 (toutes les parties) [3], l'IEC 61513 [4], l'IEC 62061 [5] ou l'ISO 13849-1 et l'ISO 13849-2 (voir Article 2)).

Lorsque les exigences du présent document sont appliquées, les exigences correspondantes de l'IEC 61508 (toutes les parties) nécessaires à un *codeur(SR)* sont remplies.

Le présent document ne spécifie pas d'exigences pour:

- les propriétés fonctionnelles d'un *codeur(SR)* sans aucun lien avec la sécurité;
- 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);
- le procédé de fabrication du *codeur(SR)*;
- la validité des signaux et des commandes du *codeur(SR)*; et
- les considérations de sécurité (par exemple, cybersécurité ou sécurité d'accès au *codeur(SR)*).

NOTE 4 Les exigences en *sécurité fonctionnelle* d'un *codeur(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 *codeur(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 *codeur(SR)*.

Le présent document s'applique aux *codeurs(SR)* qui comportent des *sous-fonctions de sécurité* dont le *SIL* n'est pas supérieur au *SIL* 3.

Le présent document fournit des informations supplémentaires pour les *codeurs(SR)* qui revendiquent la conformité à l'ISO 13849-1:2015.

La Figure 1 représente l'installation et les parties fonctionnelles d'un *PDS(SR)*, y compris le *codeur(SR)* (capteur), qui sont prises en compte dans le présent document.

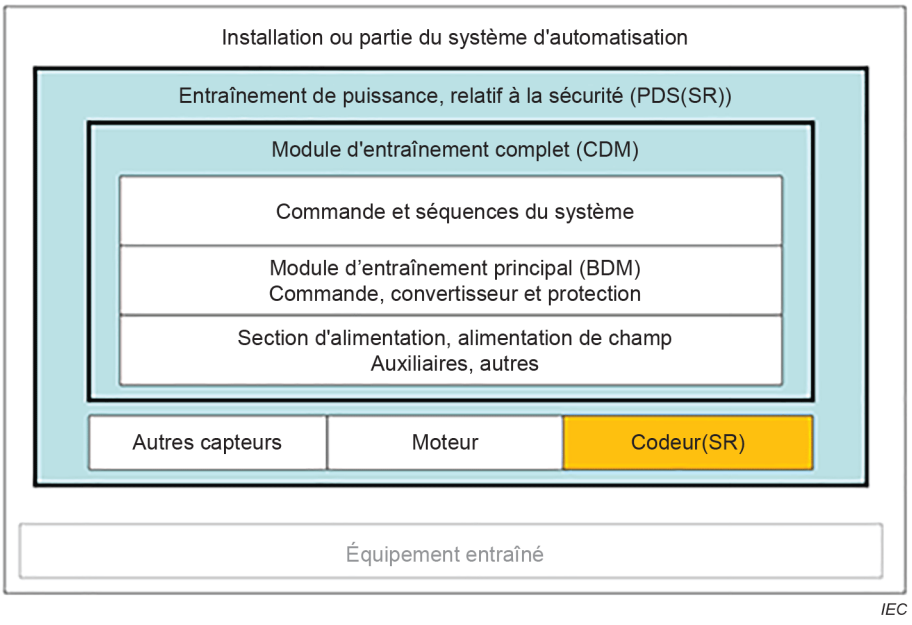


Figure 1 – Contexte du *codeur(SR)*

La Figure 1 est une représentation logique (et non la description physique) d'un *PDS(SR)*.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60068-2-47, *Essais d'environnement – Partie 2-47: Essais – Fixation de spécimens pour essais de vibrations, d'impacts et autres essais dynamiques*

IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements* (disponible en anglais seulement)

IEC 60947-5-2:2019, *Appareillage à basse tension – Partie 5-2: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Détecteurs de proximité*

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 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 61800-1:1997, *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 61800-5-1:2007, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-1: Exigences de sécurité – Electrique, thermique et énergétique*
IEC 61800-5-1:2007/AMD1:2016

IEC 61800-5-2:2016, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-2: Exigences de sécurité – Fonctionnelle*

IEC 62368-1:2018, *Equipements des technologies de l'audio/vidéo, de l'information et de la communication – Partie 1: Exigences de sécurité*

ISO 13849-1:2015, *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 sécurit – Partie 2: Validation*