

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60947-5-3

Première édition
First edition
1999-03

Appareillage à basse tension –

Partie 5-3:

**Appareils et éléments de commutation
pour circuits de commande –
Prescriptions pour dispositifs de détection
de proximité à comportement défini
dans des conditions de défaut (PDF)**

Low-voltage switchgear and controlgear –

Part 5-3:

**Control circuit devices and switching elements –
Requirements for proximity devices with defined
behaviour under fault conditions (PDF)**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60947-5-3:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60947-5-3

Première édition
First edition
1999-03

Appareillage à basse tension –

Partie 5-3:

**Appareils et éléments de commutation
pour circuits de commande –
Prescriptions pour dispositifs de détection
de proximité à comportement défini
dans des conditions de défaut (PDF)**

Low-voltage switchgear and controlgear –

Part 5-3:

**Control circuit devices and switching elements –
Requirements for proximity devices with defined
behaviour under fault conditions (PDF)**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photo-copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Références normatives	6
2 Définitions	10
2.1 Définitions fondamentales	10
2.2 Parties d'un PDF	10
2.3 Fonctionnement d'un PDF	12
3 Classification	14
4 Caractéristiques	16
5 Informations sur le matériel	16
5.1 Nature des informations	16
5.2 Marquage	16
5.3 Instructions pour l'installation, le fonctionnement et l'entretien	18
6 Conditions normales de service, de montage et de transport	18
6.1 Conditions normales de service	18
6.2 Conditions pendant le transport et le stockage	18
6.3 Montage	18
7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	18
7.1 Dispositions constructives	18
7.2 Prescriptions relatives au fonctionnement	26
7.3 Dimensions	28
7.4 Chocs et vibrations	28
7.5 Prescriptions de fonctionnement	28
8 Essais	30
8.1 Nature des essais	30
8.2 Conformité aux dispositions constructives	32
8.3 Fonctionnement	32
8.4 Vérification des portées	34
8.5 Vérification de la résistance aux vibrations et aux chocs	34
8.6 Vérification de la compatibilité électromagnétique	34
8.7 Vérification du comportement défini en conditions de défaut	34
8.8 Validation des circuits intégrés programmables ou complexes	36
Annexe A (normative) Catalogue de défauts uniques affectant le matériel électrique d'un PDF à appliquer comme spécifié en 8.7 et 8.8	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General.....	7
1.1 Scope	7
1.2 Normative references	7
2 Definitions.....	11
2.1 Basic definitions	11
2.2 Parts of a PDF	11
2.3 Operation of a PDF	13
3 Classification	15
4 Characteristics	17
5 Product information	17
5.1 Nature of information	17
5.2 Marking.....	17
5.3 Instructions for installation, operation and maintenance	19
6 Normal service, mounting and transport conditions	19
6.1 Normal service conditions	19
6.2 Conditions during transport and storage	19
6.3 Mounting.....	19
7 Constructional and performance requirements.....	19
7.1 Constructional requirements.....	19
7.2 Performance requirements	27
7.3 Physical dimensions	29
7.4 Shock and vibration.....	29
7.5 Functional requirements.....	29
8 Tests	31
8.1 Kind of tests.....	31
8.2 Compliance with constructional requirements	33
8.3 Performances	33
8.4 Verification of operating distances.....	35
8.5 Verification of resistance to vibration and shock	35
8.6 Verification of electromagnetic compatibility	35
8.7 Verification of the defined behaviour under fault conditions	35
8.8 Validation of programmable or complex integrated circuits.....	37
Annex A (normative) Catalogue of single faults affecting the electrical equipment of a PDF to be applied as specified in 8.7 and 8.8.....	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 5-3: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Prescriptions pour dispositifs de détection de proximité à comportement défini dans des conditions de défaut (PDF)

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60947-5-3 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Elle doit être lue conjointement avec la CEI 60947-1 et la CEI 60947-5-2.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17B/963/FDIS	17B/979/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.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 5-3: Control circuit devices and switching elements –
Requirements for proximity devices with defined behaviour
under fault conditions (PDF)**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60947-5-3 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

It should be read in conjunction with IEC 60947-1 and IEC 60947-5-2.

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

FDIS	Report on voting
17B/963/FDIS	17B/979/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.

Annex A forms an integral part of this standard.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 5-3: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Prescriptions pour dispositifs de détection de proximité à comportement défini dans des conditions de défaut (PDF)

1 Généralités

Les dispositions des Règles Générales données dans la CEI 60947-1 et dans la CEI 60947-5-2 sont seulement applicables à la présente Norme internationale lorsqu'il y est spécifiquement fait référence.

Les règles générales, articles et paragraphes ainsi applicables, de même que les tableaux, figures et annexes, sont identifiés en faisant référence à ces normes.

Les types de PDF mentionnés dans la présente norme sont prévus pour constituer la base du choix d'appareils ayant des caractéristiques adaptées aux applications. Ils prennent en compte les prescriptions correspondantes de l'ISO/DIS 13849-1, mais ne sont pas directement équivalents aux catégories définies à l'article 6 de cette norme.

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60947 couvre les dispositifs de détection de proximité ayant une résistance accrue au défaut (PDF).

Elle donne des prescriptions pour quatre types différents de PDF.

NOTE – Etant donné leur résistance accrue au défaut, les PDF sont par exemple applicables:

- aux dispositifs de verrouillage (voir l'ISO 14119);
- à la détection de la présence ou de l'absence de dispositifs de protection (voir l'ISO/TR 12100-1).

Pour un PDF utilisé dans des cas où des caractéristiques supplémentaires, couvertes par d'autres normes, sont requises, il convient de satisfaire aux prescriptions de toutes les normes correspondantes.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60947. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60947 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(191):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essais A: Froid*

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 5-3: Control circuit devices and switching elements – Requirements for proximity devices with defined behaviour under fault conditions (PDF)

1 General

The provisions of General Rules in IEC 60947-1 and IEC 60947-5-2 are only applicable to this international Standard where specifically called for.

General rules, clauses and subclauses thus applicable, as well as tables, figures and annexes are identified by references to those standards.

The types of PDF referred to in this standard are intended to form the basis for the selection of devices with appropriate characteristics for the application. They take into account the general principles of ISO/DIS 13849-1, but they are not directly equivalent to the categories defined in clause 6 of that standard.

1.1 Scope

This part of IEC 60947 applies to proximity devices with an enhanced resistance to failure (PDF).

It specifies requirements for four different types of PDF.

NOTE – Due to their enhanced resistance to failure, PDFs apply for instance to:

- interlocking devices (see ISO 14119),
- the detection of the presence or absence of protective devices (see ISO/TR 12100-1).

For a PDF used in applications where additional characteristics, dealt with in other standards, are required, it will be necessary to satisfy the requirements of all relevant standards.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60947. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60947 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(191):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests. Tests A: Cold*

CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essais B: Chaleur sèche*

CEI 60204-1:1997, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 1: Règles générales*

CEI 60249-2 (toutes les spécifications), *Matériaux de base pour circuits imprimés – Deuxième partie: Spécifications*

CEI 60446:1989, *Identification des conducteurs par des couleurs ou par des repères numériques*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 60664-3:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtements pour réaliser la coordination de l'isolement des cartes imprimées équipées*

CEI 60742:1983, *Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité – Règles*

CEI 60812:1985, *Techniques d'analyse de la fiabilité des systèmes – Procédures d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)*

CEI 60947-1:1996, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60947-5-1:1997, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

CEI 60947-5-2:1997, *Appareillage à basse tension – Partie 5-2: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Détecteurs de proximité*

CEI 61025:1990, *Analyse par arbre de panne (AAP)*

CEI 61131-2:1992, *Automates programmables – Partie 2: Spécifications et essais des équipements*

CEI 61496-1:1997, *Sécurité des machines – Equipements de protection électro-sensibles – Partie 1: Prescriptions générales et essais*

CEI 61508 (toutes les spécifications), *Sûreté fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité ¹⁾*

ISO 9000-3:1997, *Normes pour le management de la qualité et l'assurance de la qualité – Partie 3: Lignes directrices pour l'application de l'ISO 9001:1994 au développement, à la mise à disposition, à l'installation et à la maintenance de logiciel (disponible en anglais seulement)*

1) A publier

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests. Tests B: Dry heat*

IEC 60204-1:1997, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60249-2 (all specifications), *Base materials for printed circuits – Part 2: Specifications*

IEC 60446:1989, *Identification of conductors by colours or numerals*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60664-3:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies*

IEC 60742:1983, *Isolating transformers and safety isolating transformers – Requirements*

IEC 60812:1985, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*

IEC 60947-1:1996, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-5-1:1997, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 60947-5-2:1997, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*

IEC 61025:1990, *Fault tree analysis (FTA)*

IEC 61131-2:1992, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61496-1:1997, *Safety of machinery – Electrosensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*¹⁾

ISO 9000-3:1997, *Quality management and quality assurance standards – Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001:1994 to the development, supply, installation and maintenance of computer software*

1) To be published

ISO 9001:1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en conception, développement, production, installation et prestations associées*

ISO/TR 12100-1:1992, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 1: Terminologie de base, méthodologie*

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

ISO/TR 14119:1998, *Sécurité des machines – Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs – Principes de conception et de choix*

2 Définitions

L'article 2 de la CEI 60947-5-2 s'applique avec les compléments ou modifications suivants.

2.1 Définitions fondamentales

2.1.1.5 PDF

dispositif de détection de proximité à comportement défini dans des conditions de défaut

2.1.1.5.1

PDF avec fiabilité étudiée (PDF-D)

dispositif de détection de proximité avec fiabilité renforcée afin d'atteindre son comportement défini

2.1.1.5.2

PDF avec aptitude à l'essai (PDF-T)

dispositif de détection de proximité dans lequel le comportement défini est vérifié en simulant l'absence de la cible spécifiée. La simulation est provoquée par des moyens extérieurs

2.1.1.5.3

PDF tolérant un défaut unique (PDF-S)

dispositif de détection de proximité sans perte du comportement défini malgré un défaut unique

2.1.1.5.4

PDF avec autosurveillance (PDF-M)

dispositif de détection de proximité sans perte du comportement défini malgré plus d'un défaut

2.2 Parties d'un PDF

2.2.16

moyen de détection

partie du PDF qui détecte la présence ou l'absence d'une cible spécifiée

2.2.17

appareil de commutation du signal de sortie (OSSD)

composant du PDF qui passe à l'état bloqué selon le comportement défini

¹⁾ A publier

ISO 9001:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing*

ISO/TR 12100-1:1992, *Safety of machinery – Basic concept, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology*

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

ISO/TR 14119:1998, *Safety of machinery – Interlocking devices associated with guards – Principles for design and selection*

2 Definitions

Clause 2 of IEC 60947-5-2 applies, with the following additions or modifications.

2.1 Basic definitions

2.1.1.5

PDF

proximity device with defined behaviour under fault conditions

2.1.1.5.1

PDF with designed reliability (PDF-D)

proximity device with an enhanced reliability of achieving its defined behaviour

2.1.1.5.2

PDF with test capability (PDF-T)

proximity device in which the defined behaviour is verified by simulating the absence of the specified target. The simulation is initiated by external means

2.1.1.5.3

PDF with single fault tolerance (PDF-S)

proximity device with no loss of the defined behaviour in spite of a single fault

2.1.1.5.4

PDF with self-monitoring (PDF-M)

proximity device with no loss of the defined behaviour in spite of more than one fault

2.2 Parts of a PDF

2.2.16

sensing means

part of the PDF which detects the presence or absence of a defined target

2.2.17

output signal switching device (OSSD)

component of the PDF which goes to the OFF-state according to the defined behaviour

¹⁾ To be published

2.2.18

appareil de commande et de surveillance

appareil qui reçoit et traite les signaux du moyen de détection, fournit des signaux à ou aux OSSD et surveille le fonctionnement correct

2.2.19

circuit intégré – complexe ou programmable

circuit monolithique, hybride ou modulaire dont les connexions internes ne sont pas accessibles et qui satisfait au moins à l'un des critères ci-dessous:

- a) plus de 1 000 portes sont utilisées dans le mode numérique;
- b) plus de 24 connexions électriques externes fonctionnellement différentes sont disponibles pour l'utilisation;
- c) les fonctions peuvent être programmées.

NOTE 1 – Exemples: ASIC, PROM, EPROM, PAL, CPU, PLA, PLD.

NOTE 2 – Les circuits peuvent fonctionner dans le mode analogique, le mode numérique ou une combinaison des deux modes.

2.2.20

circuit intégré – simple

circuit monolithique, hybride ou modulaire dont les connexions internes ne sont pas accessibles et qui ne satisfait à aucun des critères de 2.2.19

NOTE 1 – Exemples: circuits intégrés SSI ou MSI, comparateurs.

NOTE 2 – Les circuits peuvent fonctionner dans le mode analogique, le mode numérique ou une combinaison des deux modes.

2.3 Fonctionnement d'un PDF

2.3.6

comportement défini (du PDF)

changement du ou des OSSD à l'état bloqué dans la position définie de la cible spécifiée selon les prescriptions de la présente norme

2.3.7

état bloqué

état dans lequel le circuit de sortie interrompt le passage du courant autre que le courant résiduel (I_r)

2.3.8

état passant

état dans lequel le circuit de sortie permet le passage du courant

2.3.9

portée de travail assurée (s_{ao}) d'un PDF

distance, depuis la face sensible, sur laquelle la détection correcte de la présence de la cible spécifiée est faite dans toutes les conditions d'environnement spécifiées et les tolérances de fabrication

2.3.10

portée de déclenchement assurée (s_{ar}) d'un PDF

distance, depuis la face sensible, sur laquelle la détection correcte de l'absence de la cible spécifiée est faite dans toutes les conditions d'environnement spécifiées et les tolérances de fabrication

2.2.18**control and monitoring device**

device which receives and processes signals from the sensing means, provides signals to the OSSD(s) and monitors correct operation

2.2.19**integrated circuit – complex or programmable**

a monolithic, hybrid or module circuit, where the internal connections are not accessible, which satisfies one or more of the criteria below:

- a) more than 1 000 gates are used in the digital mode;
- b) more than 24 functionally different external electrical connections are available for use;
- c) the functions can be programmed.

NOTE 1 – Examples include ASICs, PROMs, EPROMs, PALs, CPUs, PLAs and PLDs.

NOTE 2 – The circuits may function in the analogue mode, the digital mode, or a combination of the two modes.

2.2.20**integrated circuit – simple**

a monolithic, hybrid or module circuit, where the internal connections are not accessible, and which satisfies none of the criteria in 2.2.19

NOTE 1 – Examples are SSI or MSI logic ICs, comparators.

NOTE 2 – The circuits may function in the analogue mode, the digital mode, or a combination of the two modes.

2.3 Operation of a PDF**2.3.6****defined behaviour (of PDF)**

changing of the OSSD(s) to the OFF-state in the defined position of the specified target and in accordance with the requirements of this standard

2.3.7**OFF-state**

state in which the output circuit interrupts the flow of current other than residual current (I_r)

2.3.8**ON-state**

state in which the output circuit permits the flow of current

2.3.9**assured operating distance of a PDF (s_{ao})**

distance from the sensing face within which the presence of the specified target is correctly detected under all specified environmental conditions and manufacturing tolerances

2.3.10**assured release distance of a PDF (s_{ar})**

distance from the sensing face beyond which the absence of the specified target is correctly detected under all specified environmental conditions and manufacturing tolerances

2.3.11

temps de risque

période de temps maximale pendant laquelle le ou les OSSD peuvent ne pas respecter le comportement défini

2.3.12

état verrouillé

état, provoqué par un défaut, interdisant le fonctionnement normal du PDF qui est automatiquement atteint. Dans l'état verrouillé, au moins un appareil de commutation de signal de sortie (OSSD) est à l'état bloqué et reste à l'état bloqué

2.3.13

défaillance (de matériel)

cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise

NOTE 1 – Après une défaillance, cette entité a un défaut.

NOTE 2 – Une défaillance est un passage d'un état à un autre, par opposition à un défaut, qui est un état.

NOTE 3 – La notion de défaillance, telle qu'elle est définie, ne s'applique pas à une entité constituée seulement de logiciel.

[VEI 191-04-01]

2.3.14

défaut

état d'une entité inapte à accomplir une fonction requise, en excluant l'inaptitude due à la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées, ou due à un manque de moyens extérieurs

NOTE 1 – Un défaut est souvent la conséquence d'une défaillance de l'entité elle-même, mais il peut exister sans défaillance préalable.

NOTE 2 – En anglais, le terme «fault» et sa définition sont identiques à ceux donnés dans le VEI 191-05-01. Dans le domaine des machines, en français et en allemand on utilise les termes «défaut» et «Fehler» de préférence aux termes «pannes» et «Fehlzustand» qui sont donnés avec la même définition.

3 Classification

L'article 3 de la CEI 60947-5-2 s'applique avec le complément suivant.

3.7 Classification selon le comportement défini

Un PDF est désigné par une des lettres capitales suivantes à ajouter sous la forme d'une septième colonne au tableau 1 de la CEI 60947-5-2:

7 ^e pos./1 signe
COMPORTEMENT DÉFINI 3.7
D = fiabilité étudiée T = avec aptitude à l'essai S = tolérant un défaut unique M = auto-surveillance
M Autosurveillance

2.3.11**risk time**

maximum period of time during which OSSD(s) may not conform to the defined behaviour

2.3.12**lock-out state**

state, initiated by a fault, preventing normal operation of the PDF which is automatically attained. In the lock-out state, at least one OSSD is in the OFF-state and remains in the OFF-state

2.3.13**failure (of equipment)**

termination of the ability of an item to perform a required function

NOTE 1 – After failure the item has a fault.

NOTE 2 – "Failure" is an event, as distinguished from "fault", which is a state.

NOTE 3 – The concept of "failure" as defined does not apply to items consisting of software only.

[IEV 191-04-01]

2.3.14**fault**

state of an item characterised by inability to perform a required function, excluding the inability during preventive maintenance or other planned actions, or due to lack of external resources

NOTE 1 – A fault is often the result of a failure of the item itself, but may exist without prior failure.

NOTE 2 – In English the term "fault" and its definition are identical to those given in IEC 191-05-01. In the field of machinery, the French term "défaut" and the German term "Fehler" are used rather the terms "panne" and "Fehlzustand" that appear with this definition.

3 Classification

Clause 3 of IEC 60947-5-2 applies, with the following addition.

3.7 Classification according to defined behaviour

A PDF is designated by one of the following capital letters to be added to table 1 of IEC 60947-5-2 in the form of a seventh column.

7 th pos./1 digit
DEFINED BEHAVIOUR
3.7
D = designed reliability T = with test capability S = single fault tolerant M = self-monitoring
M Self-monitoring

4 Caractéristiques

L'article 4 de la CEI 60947-5-2 s'applique avec les compléments suivants.

4.5 Caractéristiques de construction

4.5.1 Dispositif de détection de proximité avec comportement défini

Un PDF est composé des éléments suivants:

- moyens de détection;
- un ou plusieurs OSSD;
- appareil de commande et de surveillance (si requis).

Ces éléments peuvent être intégrés dans un appareil unique ou peuvent être des appareils séparés.

4.5.2 Cible spécifiée

Le constructeur doit spécifier la cible nécessaire pour obtenir les distances s_{ao} et s_{ar} .

5 Informations sur le matériel

5.1 Nature des informations

Les informations suivantes doivent être données par le constructeur.

5.1.1 Identification

Le paragraphe 5.1.1 de la CEI 60947-5-2 s'applique avec les compléments suivants:

- aa) Portée de travail assurée.
- ab) Portée de déclenchement assurée.
- ac) Cible spécifiée.
- ad) Temps de risque.

Le constructeur du PDF doit fournir les informations requises afin de permettre de calculer le temps de risque total.

5.2 Marquage

5.2.1 Généralités

Le paragraphe 5.2.1 de la CEI 60947-5-2 s'applique avec les compléments suivants:

Dans le cas d'un PDF comprenant des appareils séparés, le marquage des données des points a) et b) de 5.1.1 de la CEI 60947-5-2 sur chaque appareil est obligatoire.

Les données des points c) à ad), lorsqu'elles ne sont pas incluses sur le dispositif de détection de proximité ou sur tout appareil séparé, doivent être incluses dans la documentation du constructeur.

4 Characteristics

Clause 4 of IEC 60947-5-2 applies, with the following additions.

4.5 Constructional characteristics

4.5.1 Proximity device with defined behaviour

A PDF is composed of the following elements:

- sensing means;
- OSSD(s);
- control and monitoring device (when required).

These elements may be integrated into a single device or may be separate devices.

4.5.2 Specified target

The manufacturer shall specify the necessary target to achieve the distances s_{ao} and s_{ar} .

5 Product information

5.1 Nature of information

The following information shall be given by the manufacturer.

5.1.1 Identification

Subclause 5.1.1 of IEC 60947-5-2 applies with the following additions:

- aa) Assured operating distance.
- ab) Assured release distance.
- ac) Specified target.
- ad) Risk time.

The manufacturer of the PDF shall supply the information required to enable the total risk time to be calculated.

5.2 Marking

5.2.1 General

Subclause 5.2.1 of IEC 60947-5-2 applies, with the following additions:

In the case of a PDF comprising separate devices, the marking of data under items a) and b) of 5.1.1 of IEC 60947-5-2 on every device is mandatory.

Data under items c) to ad), when not included on the proximity device or on any separate device, shall be included in the manufacturer's literature.

5.2.2 Identification et marquage des bornes

Le paragraphe 7.1.7.4 de la CEI 60947-5-2 s'applique. Lorsque les bornes ne peuvent pas être marquées selon 7.1.7.4 de la CEI 60947-5-2, par exemple si elles sont situées à l'intérieur d'une enveloppe séparée, le constructeur doit fournir l'identification des bornes qui convient.

5.3 Instructions pour l'installation, le fonctionnement et l'entretien

Le paragraphe 5.3 de la CEI 60947-5-2 s'applique avec les compléments suivants:

Les détails concernant les influences externes connues et raisonnablement prévisibles pouvant affecter la s_{a0} et/ou la s_{ar} doivent être déclarés et leurs effets expliqués.

Pour un PDF-T le constructeur doit donner les informations sur:

- le comportement du ou des OSSD pendant l'essai;
- s'il convient, la ou les entrées et/ou la ou les sorties pour l'essai externe.

6 Conditions normales de service, de montage et de transport

6.1 Conditions normales de service

Le paragraphe 6.1 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

6.2 Conditions pendant le transport et le stockage

Le paragraphe 6.2 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

6.3 Montage

Les dimensions et conditions de montage doivent être spécifiées par le constructeur.

7 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

7.1 Dispositions constructives

7.1.1 Matériaux

Le paragraphe 7.1.1 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.1.2 Parties transportant le courant et leurs connexions

Le paragraphe 7.1.2 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.1.3 Distances dans l'air et lignes de fuite

Le paragraphe 7.1.3 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

5.2.2 Terminal identification and marking

Subclause 7.1.7.4 of IEC 60947-5-2 applies. When the terminals cannot be marked in accordance with 7.1.7.4 of IEC 60947-5-2, e.g. when located within a separate enclosure, the manufacturer shall provide appropriate terminal identification.

5.3 Instructions for installation, operation and maintenance

Subclause 5.3 of IEC 60947-5-2 applies, with the following additions.

Details of known and reasonably foreseeable external influences which may affect the S_{a0} and/or the S_{ar} shall be stated and their effects explained.

For a PDF-T the manufacturer shall give information concerning:

- the behaviour of the OSSD(s) during test;
- input(s) and/or output(s) for external test where relevant.

6 Normal service, mounting and transport conditions

6.1 Normal service conditions

Subclause 6.1 of IEC 60947-5-2 applies.

6.2 Conditions during transport and storage

Subclause 6.2 of IEC 60947-5-2 applies.

6.3 Mounting

Mounting dimensions and conditions shall be specified by the manufacturer.

7 Constructional and performance requirements

7.1 Constructional requirements

7.1.1 Materials

Subclause 7.1.1 of IEC 60947-1 applies.

7.1.2 Current-carrying parts and their connections

Subclause 7.1.2 of IEC 60947-1 applies.

7.1.3 Clearances and creepage distances

Subclause 7.1.3 of IEC 60947-5-2 applies.

7.1.4 Disponible

7.1.5 Disponible

7.1.6 Disponible

7.1.7 Bornes

7.1.7.1 Dispositions constructives

Le paragraphe 7.1.7.1 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.1.7.2 Capacité de raccordement

Le paragraphe 7.1.7.2 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.1.7.3 Raccordement

Le paragraphe 7.1.7.3 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.1.7.4 Identification des raccordements et marquage

Le paragraphe 7.1.7.4 de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Les PDF des types contenus dans le tableau 1 avec câble faisant partie intégrante de l'appareil doivent avoir des conducteurs identifiés par des couleurs selon le tableau 1.

Les PDF des types contenus dans le tableau 1 avec des bornes de raccordement doivent être identifiés selon le tableau 1.

Tableau 1 – Raccordement et identification du câblage

Type	Fonction	Couleur de fil	Numéro de borne
Deux bornes courant alternatif et deux bornes courant continu non polarisées	NO (fermeture)	Toute couleur ¹⁾ excepté jaune, vert ou vert-et-jaune	3
	NC (ouverture)		4
Deux bornes courant continu polarisées	NO (fermeture)	+ brun – bleu	1
	NC (ouverture)	+ brun – bleu	2
Trois bornes courant continu polarisées	NO (fermeture) Sortie	+ brun – bleu Noir	1 3 4
	NC (ouverture) Sortie	+ brun – bleu Noir	1 3 2
Quatre bornes courant continu polarisées	Inverseur (fermeture/ouverture) NO sortie NC sortie	+ brun – bleu Noir Blanc	1 3 4 2
PDF-T Quatre bornes courant continu polarisées	Sortie Essai	+ brun – bleu Noir Blanc	1 3 4 2

¹⁾ Il est recommandé que les deux fils soient de la même couleur.

7.1.4 Vacant

7.1.5 Vacant

7.1.6 Vacant

7.1.7 Terminals

7.1.7.1 Constructional requirements

Subclause 7.1.7.1 of IEC 60947-1 applies.

7.1.7.2 Connecting capacity

Subclause 7.1.7.2 of IEC 60947-1 applies.

7.1.7.3 Connecting means

Subclause 7.1.7.3 of IEC 60947-1 applies.

7.1.7.4 Connection identification and marking

Subclause 7.1.7.4 of IEC 60947-1 applies, with the following additions.

PDFs of the types contained in table 1 with integrally connected cables shall have wires identified with colours according to table 1.

PDFs of the types contained in table 1 with terminal connections shall be identified according to table 1.

Table 1 – Connection and wiring identification

Type	Function	Wire colour	Terminal number
Two terminals a.c. and two terminals d.c. unpolarized	NO (make)	Any colour ¹⁾ except yellow, green or green-and-yellow	3
	NC (break)		4
Two terminals d.c. polarized	NO (make)	+ brown – blue	1
	NC (break)	+ brown – blue	4
Three terminals d.c. polarized	NO (make)	+ brown – blue	1
	Output	Black	3
	NC (break)	+ brown – blue Black	4
			2
Four terminals d.c. polarized	Change-over (make/break)	+ brown – blue	1
	NO output	Black	3
	NC output	Black White	4
			2
PDF-T Four terminals d.c. polarized	Output Testing	+ brown – blue Black White	1 3 4 2

¹⁾ It is recommended that both wires are of the same colour.

La combinaison bicolore vert et jaune doit être utilisée seulement pour identifier le conducteur de protection (voir la CEI 60446). Pour des raisons historiques concernant la sécurité de mise à la terre, la couleur verte ne doit être utilisée pour aucun autre but que d'identifier le conducteur de protection de mise à la terre.

7.1.8 Disponible

7.1.9 Dispositions pour mise à la terre

Le paragraphe 7.1.9 de la CEI 60947-5-2 s'applique avec les compléments suivants.

Les parties de PDF ayant une protection de classe II ou III ne doivent avoir aucune connexion prévue pour mise à la terre.

7.1.10 Degré de protection IP (voir la CEI 60529)

Le dispositif de détection d'un PDF doit avoir un degré minimal de protection IP65.

Les dispositifs de commande et de surveillance doivent avoir un degré minimal de protection IP54.

Les dispositifs de commande et de surveillance qui sont conçus pour être montés dans une enveloppe ayant un degré minimal de protection IP54 peuvent avoir un degré de protection plus bas.

7.1.11 OSSD

La sortie d'un PDF-S ou d'un PDF-M doit avoir au moins deux OSSD.

7.1.12 Conception du dispositif de commande et de surveillance

7.1.12.1 Défaillance d'origine commune

La conception doit être telle qu'elle minimise la possibilité d'une perte de comportement défini due à des défaillances d'origine commune par exemple résultant de

- systèmes multicanaux utilisant un substrat commun;
- courts-circuits entre des canaux de système multicanaux.

NOTE – Une défaillance d'origine commune peut également résulter de l'emploi de composants dégradés par mauvaise manipulation, construction défectueuse, etc.

Les composants dans un substrat à semi-conducteur commun ne doivent pas être utilisés pour plus d'un canal d'un système multicanal.

7.1.12.2 Circuits intégrés programmables ou complexes

Lorsque des circuits intégrés programmables ou complexes sont utilisés dans un PDF-S ou un PDF-M, le comportement défini doit être maintenu par deux canaux indépendants de commande/surveillance avec une protection contre les défaillances d'origine commune. Les disparités entre les canaux doivent être détectées et doivent conduire à un état verrouillé qui doit être maintenu sous toutes les conditions de défaut applicables. Ces prescriptions doivent être vérifiées en accord avec 8.8.

The bi-colour of green-and-yellow shall be used only to identify the protective conductor (see IEC 60446). To maintain historic integrity of earth security, the colour green shall not be used for any other purpose than to identify the protective earth conductor.

7.1.8 Vacant

7.1.9 Provisions for protective earthing

Subclause 7.1.9 of IEC 60947-5-2 applies, with the following additions.

PDF parts having class II or III protection shall have no connection for protective earthing.

7.1.10 IP degree of protection (see IEC 60529)

The sensing means of a PDF shall have a minimum IP65 protection.

Control and monitoring devices shall have minimum IP54 protection.

Control and monitoring devices which are designed to be mounted in a housing with a minimal degree of protection of IP54 may have a lower protection degree.

7.1.11 OSSD(s)

The output of a PDF-S or a PDF-M shall have at least two OSSDs.

7.1.12 Design of the control and monitoring device

7.1.12.1 Common cause failure

The design shall be such as to minimise the possibility of a loss of defined behaviour due to common cause failures, e.g. resulting from

- multichannel systems using a common substrate;
- short circuits between channels of multichannel systems.

NOTE – Common cause failure can also result from the use of components degraded by mishandling, faulty manufacture, etc.

Components in a common semiconductor substrate shall not be used for more than one channel of a multi-channel system.

7.1.12.2 Programmable or complex integrated circuits

Where programmable or complex integrated circuits are used in a PDF-S or PDF-M, the defined behaviour shall be maintained by two independent controlling/monitoring channels with protection against common cause failures. Disparity between channels shall be detected and shall result in a lock-out state which shall be maintained under all applicable fault conditions. These requirements shall be verified in accordance with 8.8.

7.1.12.3 Logiciel, programmation, conception fonctionnelle des circuits intégrés

7.1.12.3.1

Les prescriptions supplémentaires de 7.1.12.3.2 doivent s'appliquer lorsqu'un PDF satisfait à son comportement défini par l'un des moyens suivants:

- a) un ou des programmes logiciels exécutés pendant le fonctionnement;
- b) un ou des appareils programmés, dont les fonctions ont été réglées après sa fabrication d'origine, par exemple PAL, PLA, PLD, PROM;
- c) un ou des appareils fabriqués pour une spécification fonctionnelle particulière d'utilisateur par exemple ASIC, microprocesseur en ROM programmé par masque.

La conformité à ces prescriptions doit être validée selon 8.8.

7.1.12.3.2

- a) Le logiciel, le programme de l'appareil ou la fonction de l'appareil doivent être développés dans un système de qualité en accord avec les lignes directrices de l'ISO 9000-3.
- b) La preuve documentaire doit être disponible dans les procédures de système de contrôle de la qualité afin de démontrer que le niveau requis de fonctionnement a été atteint.
- c) Un plan qualité documenté, définissant clairement les stades du développement et montrant les critères d'acceptation pour chaque stade doit être produit. Des exemples de stades de développement sont la spécification de prescriptions, la spécification de conception, la vérification et la validation.
- d) Avant tout développement, une spécification du comportement défini pour le logiciel doit être produite. Celle-ci doit donner les détails suivants, comme il convient:
 - fonctions qui permettent au PDF d'atteindre ou de conserver le comportement défini;
 - fonctions liées à la détection et au traitement des défauts dans le matériel électronique programmable;
 - fonctions liées à la détection et au traitement des défauts relatifs à la fonction de détection;
 - fonctions liées à la détection et au traitement des défauts dans le logiciel lui-même (autosurveillance du logiciel);
 - fonctions liées aux essais périodiques du comportement défini;
 - fonctions qui permettent au PDF d'être maintenu;
 - caractéristiques du temps de réponse et capacité;
 - interfaces entre le logiciel et le matériel électronique programmable.
- e) Les prescriptions pour le logiciel, la conception du programme et la conception fonctionnelle, pour chaque partie correspondant à 7.1.12.3.1 doivent être complètes et non ambiguës.

Chaque prescription doit permettre à un vérificateur ou validateur (c'est-à-dire une personne autre que le concepteur) de remonter rapidement à la spécification du comportement défini afin de confirmer que les fonctions requises sont prises en compte de façon correcte.

- f) Un plan d'essai complet doit être conçu afin de démontrer que la conception de marche est une mise en oeuvre correcte des fonctions pour lesquelles le comportement défini est requis. L'essai du logiciel, de la spécification du programme ou de la fonction doit être documenté dans les enregistrements du projet afin de prouver que la conception satisfait à la spécification du comportement défini.

NOTE – Des informations pertinentes peuvent être disponibles dans les normes nationales/spécifications industrielles.

7.1.12.3 Software, programming, functional design of integrated circuits

7.1.12.3.1

Where a PDF implements its defined behaviour by one of the following means, the additional requirements of 7.1.12.3.2 shall apply:

- a) (a) software program(s) executed during operation;
- b) (a) programmed device(s), the functions of which were set after its original manufacture, e.g. PAL, PLA, PLD, PROM;
- c) (a) device(s) manufactured to a specific user functional specification, e.g. ASIC, mask programmed microprocessor ROM.

Conformity to these requirements shall be validated in accordance with 8.8.

7.1.12.3.2

- a) The software, device program or device function shall be developed within a quality management system which is in accordance with the guidelines of ISO 9000-3.
- b) Documentary evidence shall be available under the quality management system procedures to demonstrate that the required level of performance has been achieved.
- c) A documented quality plan, clearly defining the stages of development and setting out the acceptance criteria for each stage shall be produced. Examples of development stages are requirement specification, design specification, verification and validation.
- d) Prior to any development, a defined behaviour specification shall be produced. This shall detail the following, as appropriate:
 - functions that enable the PDF to achieve or maintain the defined behaviour;
 - functions related to the detection and management of faults in the programmable electronics hardware;
 - functions related to the detection and management of faults relating to the sensing function;
 - functions related to the detection and management of faults in the software itself (software self-monitoring);
 - functions related to the periodic testing of the defined behaviour;
 - functions that allow the PDF to be maintained;
 - capacity and response time performance;
 - interfaces between the software and the programmable electronics hardware.
- e) The requirements for software, program design or functional design, for each part relevant to 7.1.12.3.1, shall be complete and unambiguous.

Each requirement shall enable an assessor or validator (i.e. a person other than the designer) to trace back readily to the defined behaviour specification to confirm that the required functions are adequately addressed.
- f) A comprehensive test plan shall be devised which demonstrates that the working design is a correct implementation of the functions for which a defined behaviour is required. The test of software, program or functional specification shall be documented in the project records as evidence that the design satisfies the defined behaviour specification.

NOTE – Relevant information may be available in national/industry standards.

- g) Le logiciel, la conception du programme ou la conception de la spécification fonctionnelle doivent être soumis à une gestion de configuration et un contrôle des modifications efficaces. Pendant le développement, des procédures efficaces doivent confirmer que les modifications dans les prescriptions, la spécification, la conception, etc. sont consignés de façon correcte et que l'impact de tous les changements est analysé afin de confirmer que la spécification du comportement défini reste repérable pendant la conception du fonctionnement. La conception du fonctionnement doit être protégée contre une modification non autorisée et sa configuration précise (par exemple liste des modules, numéro de version) doit être enregistrée de façon précise.
- h) Lorsqu'un programme de logiciel est exécuté pendant le fonctionnement du PDF, la totalité de l'instruction de fonctionnement du logiciel doit être contenue dans une mémoire pour lecture seule qui ne peut pas être modifiée par le processeur. Des techniques appropriées doivent être incluses afin de surveiller le déroulement correct du programme et de confirmer l'intégrité du logiciel. De telles techniques peuvent inclure un chien de garde, des vérifications de RAM/ROM, des essais de CPU, etc.
- i) Lorsque des outils logiciels tels que des compilateurs ou des traducteurs (mais non des assembleurs) sont utilisés pour développer le logiciel, la diversité du logiciel ne doit pas être considérée comme présente à moins que
 - les outils de logiciel utilisés pour les divers programmes soient entièrement sans rapport, ou que
 - le ou les outils de logiciel aient un «certificat de validation» reconnu par rapport à une norme nationale/internationale, ou que
 - le plan d'essai incorpore des mesures adéquates afin de détecter les erreurs d'origine commune introduites par l'outil logiciel.

NOTE – Les paragraphes 7.1.12.2 et 7.1.12.3 de la présente norme sont issus des paragraphes 4.2.9 et 4.2.10 de la CEI 61496-1. D'autres conseils sur les méthodes, les techniques et les mesures appropriées pour tous les aspects des systèmes électroniques programmables et le logiciel sont à l'étude dans la CEI 61508.

7.1.12.4 Défauts causés par la dérive des caractéristiques de composant

La structure de la fonction de commande et de surveillance d'un PDF-S et d'un PDF-M doit être conçue de telle façon que des défauts provoqués par la dérive des caractéristiques de composant ne produisent pas la perte du comportement défini.

7.2 Prescriptions relatives au fonctionnement

7.2.1 Conditions de fonctionnement

7.2.1.1 Prescriptions pour la compatibilité électromagnétique

Le PDF doit satisfaire aux prescriptions de 7.2.6 et 7.2.7 de la CEI 60947-5-2.

7.2.1.2 Limites de fonctionnement

Le paragraphe 7.2.1.2 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

7.2.1.3 Portées

Le moyen pour régler la portée ne doit pas être fourni.

7.2.1.4 Reproductibilité

Le paragraphe 7.2.1.4 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

- g) The software, program design or functional specification design shall be subject to effective configuration management and change control. During development, effective procedures shall confirm changes in requirements, specification, design, etc. are adequately documented and that the impact of all changes is analysed to confirm that the defined behaviour specification remains traceable through to the working design. The working design shall be protected from unauthorised change and its precise configuration (e.g. list of modules, version number) shall be recorded accurately.
- h) Where a software program is executed during operation of the PDF, the entire operational instruction software shall be contained in read-only memory which cannot be overwritten by the processor. Appropriate techniques shall be included to monitor correct program flow and to confirm the integrity of the software. Such techniques can include a watchdog, RAM/ROM checks, CPU tests, etc.
- i) Where software tools such as compilers or translators (but not assemblers) are used to develop software, software diversity shall not be considered to be present unless
- the software tools used for the diverse programs are entirely unrelated, or
 - the software tool(s) have a "certificate of validation" to a recognized national/ international standard, or
 - the test plan incorporates adequate measures to detect common cause errors introduced by the software tool.

NOTE – Subclauses 7.1.12.2 and 7.1.12.3 of this standard are based on 4.2.9 and 4.2.10 of IEC 61496-1. Further advice on appropriate methods, techniques and measures for all aspects of programmable electronic systems and software is under development in IEC 61508.

7.1.12.4 Faults caused by drift of component characteristics

The structure of the control and monitoring function of a PDF-S and PDF-M shall be designed in such a way that faults caused by the drift of component characteristics do not cause the loss of the defined behaviour.

7.2 Performance requirements

7.2.1 Operating conditions

7.2.1.1 Electromagnetic compatibility requirements

The PDF shall conform with the requirements of 7.2.6 and 7.2.7 of IEC 60947-5-2.

7.2.1.2 Operating limits

Subclause 7.2.1.2 of IEC 60947-5-2 applies.

7.2.1.3 Operating distances

Means for adjustment of the operating distance shall not be provided.

7.2.1.4 Repeat accuracy

Subclause 7.2.1.4 of IEC 60947-5-2 applies.

7.2.1.5 Course différentielle

Le paragraphe 7.2.1.5 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

7.2.1.6 Fréquence de commutation

Le PDF doit détecter la présence et l'absence de la cible spécifiée par le constructeur à la fréquence maximale de fonctionnement qu'il déclare et qui doit être mesurée selon 8.5 de la CEI 60947-5-2 avec la cible spécifiée comme cible.

7.2.1.7 Temps de réponse à l'état bloqué du ou des éléments de commutation de sortie

Le temps de réponse doit être déclaré par le constructeur et mesuré selon la CEI 60947-5-2.

7.2.2 Echauffement

Le paragraphe 7.2.2 de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

La limite d'échauffement du dispositif de détection est 50 K. Cet échauffement est applicable à l'enveloppe et aux bornes.

En plus, tous les composants pour toutes les unités d'un PDF doivent être choisis et assemblés de telle façon que leurs limites de température de fonctionnement ne soient dépassées dans aucune des conditions spécifiées.

7.2.3 Propriétés diélectriques

Le paragraphe 7.2.3 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.2.4 Aptitude à l'établissement et à la coupure dans des conditions normales et anormales de charge

Le paragraphe 7.2.4 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.3 Dimensions

Pour un PDF avec des dimensions normalisées, le paragraphe 7.3 de la CEI 60947-5-2 s'applique, sauf pour les appareils séparés de commande et de surveillance.

7.4 Chocs et vibrations

Le paragraphe 7.4 de la CEI 60947-5-2 s'applique, sauf pour les appareils séparés de commande et de surveillance.

Le paragraphe 2.1.3 de la CEI 61131-2 s'applique pour les appareils séparés de commande et de surveillance.

7.5 Prescriptions de fonctionnement

7.5.1 PDF

Le ou les OSSD d'un PDF doivent passer, et rester, à l'état bloqué lorsque la cible spécifiée est au-delà de s_{ar} .

7.2.1.5 Differential travel

Subclause 7.2.1.5 of IEC 60947-5-2 applies.

7.2.1.6 Frequency of operating cycles

The PDF shall detect the presence and absence of the target specified by the manufacturer at the maximum frequency of operating cycles stated by the manufacturer, which shall be measured according to 8.5 of IEC 60947-5-2, with the target being the specified target.

7.2.1.7 Response time to the OFF-state of the output switching element(s)

The response time shall be stated by the manufacturer and measured according to IEC 60947-5-2.

7.2.2 Temperature rise

Subclause 7.2.2 of IEC 60947-1 applies, with the following additions.

The temperature rise limit of the sensor is 50 K. This temperature rise applies to the enclosure and the terminals.

In addition, all components for all units of a PDF shall be selected and assembled so that their operating temperature limits shall not be exceeded under all specified operating conditions.

7.2.3 Dielectric properties

Subclause 7.2.3 of IEC 60947-1 applies.

7.2.4 Ability to make and break under normal and abnormal load conditions

Subclause 7.2.4 of IEC 60947-1 applies.

7.3 Physical dimensions

For a PDF with standardised physical dimensions 7.3 of IEC 60947-5-2 applies, except for separate control and monitoring devices.

7.4 Shock and vibration

Subclause 7.4 of IEC 60947-5-2 applies, except for separate control and monitoring devices.

Subclause 2.1.3 of IEC 61131-2 applies for separate control and monitoring devices.

7.5 Functional requirements

7.5.1 PDF

The OSSD(s) of a PDF shall go to, and remain in, the OFF-state when the specified target is beyond the s_{ar} .

7.5.1.1 PDF-D

Un PDF-D doit fonctionner de telle façon qu'un défaut raisonnablement prévisible ne permette pas de passer ou de rester à l'état passant.

7.5.1.2 PDF-T

Un PDF-T doit avoir un accès d'entrée d'essai. L'application d'un signal d'essai à l'accès d'entrée d'essai doit, par excitation du moyen de détection même (inductance, capacité, etc.) simuler une position de la cible spécifiée au-delà de s_{ar} .

Les techniques qui s'appuient uniquement sur la commutation de la logique à l'intérieur du PDF-T ne sont pas acceptables.

NOTE – La surveillance de l'aptitude du PDF-T à passer, et rester, à l'état bloqué lorsque la cible spécifiée est au-delà de s_{ar} est de la responsabilité d'un système extérieur.

7.5.1.3 PDF-S

Dans le cas d'un défaut unique interne

- a) le PDF-S doit fonctionner correctement selon les caractéristiques déclarées, ou
- b) le ou les OSSD doivent passer dans le temps de risque déclaré à l'état bloqué et rester à l'état bloqué indépendamment de la position de la cible, ou
- c) le ou les OSSD doivent dans le temps de risque déclaré, après retrait de la cible, passer à l'état bloqué et rester à l'état bloqué indépendamment de la position de la cible.

7.5.1.4 PDF-M

Les prescriptions de 7.5.1.3 s'appliquent et, de plus, l'accumulation de défauts ne doit pas conduire à une perte du comportement défini.

7.5.2 Fonction de commutation

Lorsque l'alimentation du PDF est interrompue, au moins un OSSD doit passer à l'état bloqué, par exemple, ouverture de contacts de relais, éléments de commutation de sortie à semi-conducteur dans l'état haute impédance (courant $\leq I_T$).

NOTE – Les creux et les interruptions de tension sont à l'étude. Il convient que les concepteurs de systèmes de commande comportant des PDF prennent ces aspects en considération.

8 Essais

8.1 Nature des essais

8.1.1 Généralités

Le paragraphe 8.1.1 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.1.2 Essais de type

Le paragraphe 8.1.2 de la CEI 60947-5-2 s'applique avec le complément suivant.

- l) Fonctionnement dans des conditions de défaut.

8.1.3 Essais individuels

Le paragraphe 8.1.3 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

7.5.1.1 PDF-D

A PDF-D shall operate so that a reasonably foreseeable fault will not allow it to go to or stay in the ON-state.

7.5.1.2 PDF-T

A PDF-T shall have a test input port. Application of a test signal to the test input port shall, by stimulation of the actual sensing means (inductance, capacitance, etc.), simulate a position of the specified target beyond the s_{ar} .

Techniques which rely only on the switching of logic within the PDF-T are not acceptable.

NOTE – The monitoring of the ability of the PDF-T to go to, and remain in, the OFF-state when the specified target is beyond the s_{ar} is the responsibility of an external system.

7.5.1.3 PDF-S

In case of a single internal fault, either

- a) the PDF-S shall operate correctly according to the stated characteristics, or
- b) the OSSD(s) shall switch within the stated risk time to the OFF-state and remain in the OFF-state independent of the position of the target, or
- c) the OSSD(s) shall switch within the stated risk time, after the removal of the target, to the OFF-state and then remain in the OFF-state, independent of the position of the target.

7.5.1.4 PDF-M

The requirements of 7.5.1.3. apply and, in addition, the accumulation of faults shall not lead to a loss of defined behaviour.

7.5.2 Switching function

When the supply of power to the PDF is interrupted, at least one OSSD shall go to the OFF-state, e.g. relay contacts open, semiconductor output switching elements in the high impedance state (current $\leq I_r$).

NOTE – Voltage dips and interruptions are under consideration. Designers of control systems containing PDF should give consideration to these aspects.

8 Tests

8.1 Kind of tests

8.1.1 General

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1 applies.

8.1.2 Type tests

Subclause 8.1.2 of IEC 60947-5-2 applies, with the following addition.

- l) Performance under fault conditions.

8.1.3 Routine tests

Subclause 8.1.3 of IEC 60947-5-2 applies.

8.1.4 Essais sur prélèvement

Le paragraphe 8.1.4 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.2 Conformité aux dispositions constructives

Le paragraphe 8.2 de la CEI 60947-1 s'applique, s'il y a lieu.

8.3 Fonctionnement

8.3.1 Séquence d'essais

Le paragraphe 8.3.1 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

8.3.2 Conditions générales pour les essais

8.3.2.1 Prescriptions générales

Le paragraphe 8.3.2.1 de la CEI 60947-5-2 s'applique, s'il y a lieu.

8.3.2.2 Grandeurs d'essais

Le paragraphe 8.3.2.2 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.3.2.3 Rapports d'essais

Le paragraphe 8.3.2.4 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.3.3 Fonctionnement à vide et dans les conditions de charge normales et anormales

8.3.3.1 Manoeuvre

Le paragraphe 8.3.3.1 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.3.3.2 Limites de fonctionnement

Le paragraphe 8.3.3.2 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

8.3.3.3 Echauffement

Le paragraphe 8.3.3.3 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

8.3.3.4 Propriétés diélectriques

Le paragraphe 8.3.3.4 de la CEI 60947-5-2 s'applique.

8.3.3.5 Pouvoirs de coupure et de fermeture

Les paragraphes 8.3.3.5 de la CEI 60947-5-1 et de la CEI 60947-5-2 s'appliquent, s'il y a lieu.

8.3.3.5.1 Evaluation

Pendant les essais, aucun défaut électrique ou mécanique ne doit survenir, aucun contact ne doit se souder, aucun temps d'arc étendu ne doit survenir et aucun fusible ne doit fondre. Les surtensions de manoeuvre conduites ne doivent pas dépasser la tension assignée de tenue aux chocs et les portées assurées selon 2.3.9 et 2.3.10 doivent rester dans les limites déclarées.

8.1.4 Sampling tests

Subclause 8.1.4 of IEC 60947-1 applies.

8.2 Compliance with constructional requirements

Subclause 8.2 of IEC 60947-1 applies where applicable.

8.3 Performances

8.3.1 Test sequences

Subclause 8.3.1 of IEC 60947-5-2 applies.

8.3.2 General test conditions

8.3.2.1 General requirements

Subclause 8.3.2.1 of IEC 60947-5-2 applies where applicable.

8.3.2.2 Test quantities

Subclause 8.3.2.2 of IEC 60947-1 applies.

8.3.2.3 Test reports

Subclause 8.3.2.4 of IEC 60947-1 applies.

8.3.3 Performance under no load, normal load and abnormal load conditions

8.3.3.1 Operation

Subclause 8.3.3.1 of IEC 60947-1 applies.

8.3.3.2 Operating limits

Subclause 8.3.3.2 of IEC 60947-5-2 applies.

8.3.3.3 Temperature rise

Subclause 8.3.3.3 of IEC 60947-5-2 applies.

8.3.3.4 Dielectric properties

Subclause 8.3.3.4 of IEC 60947-5-2 applies.

8.3.3.5 Making and breaking capacities

Subclauses 8.3.3.5 of IEC 60947-5-1 and IEC 60947-5-2 apply where appropriate.

8.3.3.5.1 Evaluation

During the tests no electrical or mechanical faults shall occur, no contact shall weld, no extended arcing time shall occur and no fuse shall melt. The conducted switching overvoltages shall not exceed the rated impulse withstand voltage, and the assured operating distances according to 2.3.9 and 2.3.10 shall remain within the stated limits.

8.3.4 Fonctionnement en conditions de court-circuit

Les paragraphes 8.3.4 de la CEI 60947-5-1 et de la CEI 60947-5-2 s'appliquent, s'il y a lieu.

8.4 Vérification des portées

Le PDF doit être essayé dans les limites de la température de l'air ambiant déclarées par le constructeur avec la tension de fonctionnement la plus élevée et au courant de fonctionnement assigné à l'élément de commutation de sortie jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint.

- a) A la température assignée de l'air ambiant;
- b) A la température maximale de l'air ambiant, et
- c) A la température minimale de l'air ambiant.

Les températures ambiantes sont obtenues conformément à la CEI 60068-2-1 et à la CEI 60068-2-2, méthode d'essai B.

Les portées de travail et de relâchement assurées doivent alors être mesurées conformément à 8.4 de la CEI 60947-5-2 et se trouver dans les limites de la spécification du constructeur.

8.5 Vérification de la résistance aux vibrations et aux chocs

Les essais doivent être effectués conformément à 7.4 de la CEI 60947-5-2, sauf pour les appareils séparés de commande et de surveillance. Pendant les essais, l'état de la ou des sorties ne doit pas changer.

Les essais doivent être effectués conformément à 6.3.5 de la CEI 61131-2 pour les appareils séparés de commande et de surveillance avec le complément suivant.

Pendant les essais, l'état de la ou des sorties ne doit pas changer.

8.6 Vérification de la compatibilité électromagnétique

Les essais doivent être vérifiés conformément à 7.2.6 et 7.2.7 de la CEI 60947-5-2. De plus, les S_{ar} et S_{ao} doivent être vérifiées après l'essai.

8.7 Vérification du comportement défini en conditions de défaut

8.7.1 Généralités

Les essais pour les effets de défauts uniques choisis en accord avec l'annexe A doivent être effectués sur tous les composants concernés du PDF-D, PDF-S ou PDF-M. Si d'autres défauts apparaissent comme résultant du premier défaut unique, le premier et tous les défauts suivants doivent être considérés comme un défaut unique.

La liste de l'annexe A donne des exclusions de défaut et leur raison. D'autres exclusions peuvent être admises si la justification pour chaque exclusion est donnée (basée par exemple sur la faible probabilité de défaut).

Les résultats de tous les essais et les évaluations de défaut doivent être documentés.

8.3.4 Performance under short-circuit current conditions

Subclauses 8.3.4 of IEC 60947-5-1 and IEC 60947-5-2 apply where appropriate.

8.4 Verification of operating distances

The PDF shall be tested under the ambient air temperature limits stated by the manufacturer with the highest operational voltage and the rated operational current at the output switching element until the thermal equilibrium is reached

- a) with the rated ambient air temperature,
- b) with the maximum ambient air temperature, and
- c) with the minimum ambient air temperature.

The ambient temperatures are obtained in accordance with IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2, test method B.

Then the assured operating and release distances shall be measured in accordance with 8.4 of IEC 60947-5-2 and shall be within the manufacturer's specification.

8.5 Verification of resistance to vibration and shock

The tests shall be performed in accordance with 7.4 of IEC 60947-5-2, except for separate control and monitoring devices. During each test, the state of the output(s) shall not change.

The tests shall be performed in accordance with 6.3.5 of IEC 61131-2 for separate control and monitoring devices, and the following addition.

During each test the state of the output(s) shall not change.

8.6 Verification of electromagnetic compatibility

The test shall be performed in accordance with 7.2.6 and 7.2.7 of IEC 60947-5-2. In addition, the s_{ar} and s_{ao} shall be verified after test.

8.7 Verification of the defined behaviour under fault conditions

8.7.1 General

Tests for the effects of single faults selected in accordance with annex A shall be carried out on all relevant components of the PDF-D, PDF-S or PDF-M. If further faults occur as a result of the first single fault, the first and all subsequent faults shall be considered as a single fault.

The list of annex A expresses some fault exclusions and their rationale. Further exclusions may be allowed if the rationale for each exclusion is given (based e.g. on the low probability of fault).

The results of all tests and fault assessments shall be documented.

Afin de réduire le nombre d'essais non nécessaires en accord avec 8.7.2, 8.7.3, 8.7.4 et 8.7.5 lorsque les résultats d'une combinaison de défauts peuvent être définis théoriquement de façon précise, une déclaration d'analyse doit être incluse comme étant une partie de la déclaration des résultats d'essais. Cette déclaration doit être validée en accord avec 8.8. Dans ces conditions, seulement des essais choisis (au hasard) ont besoin d'être effectués afin de confirmer de telles déclarations d'analyse.

NOTE 1 – Les méthodes typiques utilisées pour l'évaluation de défaut comprennent l'analyse des modes de défaillances et des effets (AMDE) selon la CEI 60812, et l'analyse d'arbre de panne (AAP) selon la CEI 61025.

NOTE 2 – Dans le cas de structures de circuit ou de composants complexes (par exemple, microprocesseur, redondance complète) la prise en compte des défauts est généralement effectuée au niveau de la structure, c'est-à-dire basée sur des ensembles (voir A.1.2 pour l'exclusion des courts-circuits sur cartes imprimées et voir A.1.3 et A.1.4 pour l'exclusion des courts-circuits entre les bornes adjacentes pour les raccordements externes).

8.7.2 PDF-D

Le PDF-D et les résultats de l'évaluation du défaut (voir figure A.1) doivent être examinés.

8.7.3 PDF-T

Les prescriptions de 7.5.1.2 doivent être vérifiées par inspection.

8.7.4 PDF-S

Le PDF-S doit être soumis à des défauts uniques conformément à la figure A.2. Les effets de chaque défaut doivent être en accord avec 7.1.12.4 et 7.5.1.3.

8.7.5 PDF-M

Le PDF-M doit être soumis à des défauts uniques conformément à la figure A.3. Les effets de chaque défaut doivent être en accord avec 7.1.12.4 et 7.5.1.4.

Lorsqu'un défaut unique n'est pas détecté, les essais doivent être poursuivis avec ce défaut appliqué en premier et tous les autres défauts ajoutés et retirés à tour de rôle. Les essais doivent être effectués pour tous les défauts uniques non détectés.

Lorsqu'une séquence de deux défauts n'est pas détectée, les essais doivent être poursuivis pour ces deux défauts, appliqués en séquence, et tous les autres défauts uniques ajoutés et retirés à tour de rôle. Les essais doivent être effectués pour les défauts doubles non détectés.

L'essai pour l'accumulation de plus de deux défauts n'a pas besoin d'être effectué pourvu qu'il soit montré que la probabilité de plus de deux défauts, largement indépendants les uns des autres ou devant apparaître selon une séquence spécifique dans le temps, est faible (voir ISO/DIS 13849-1).

8.8 Validation des circuits intégrés programmables ou complexes

8.8.1 Généralités

Le présent paragraphe traite de la validation des prescriptions de 7.1.12.2 et 7.1.12.3 et toute déclaration d'analyse faisant partie de la déclaration de résultats d'essais, requise par 8.7.1.

La validation doit être faite par une ou plusieurs personnes compétentes, indépendantes des personnes chargées d'un aspect quelconque de la conception du système, du matériel et du logiciel. Un rapport de validation détaillé et écrit doit être rédigé.

In order to reduce unnecessary testing according to 8.7.2, 8.7.3, 8.7.4 and 8.7.5, where the results of a combination of faults can be precisely defined theoretically, an analysis statement shall be included as part of the test results statement. That statement shall be validated in accordance with 8.8. In such cases, only selected (random) tests need to be carried out to confirm such analysis statements.

NOTE 1 – Typical methods used for the fault assessment include failure mode and effect analysis (FMEA) according to IEC 60812, and fault tree analysis (FTA) according to IEC 61025.

NOTE 2 – In the case of complex circuit structures or components (e.g. microprocessor, complete redundancy), the review of faults is generally carried out on the structural level, i.e. based on assembled groups (see A.1.2 for the exclusion of short circuits on assembled circuit boards and see A.1.3 and A.1.4 for the exclusion of short circuits between adjacent terminals for external connection).

8.7.2 PDF-D

The PDF-D and the results of the fault assessment (see figure A.1) shall be examined.

8.7.3 PDF-T

The requirements of 7.5.1.2 shall be verified by inspection.

8.7.4 PDF-S

The PDF-S shall be subjected to single faults in accordance with figure A.2. The effects of each fault shall be in accordance with 7.1.12.4 and 7.5.1.3.

8.7.5 PDF-M

The PDF-M shall be subjected to single faults in accordance with figure A.3. The effects of each fault shall be in accordance with 7.1.12.4 and 7.5.1.4.

When a single fault is not detected, tests shall be continued with that fault applied first and all other faults added and removed in turn. Tests shall be carried out for all undetected single faults.

When a sequence of two faults is not detected, the tests shall be continued for those two faults, applied in sequence, and all other single faults added and removed in turn. Tests shall be carried out for all undetected double faults.

Testing for the accumulation of more than two faults need not be carried out, providing the probability of more than two faults, largely independent of each other and having to appear in a specific sequence in time, is shown to be low (see ISO/DIS 13849-1).

8.8 Validation of programmable or complex integrated circuits

8.8.1 General

This subclause deals with the validation of the requirements of 7.1.12.2 and 7.1.12.3, and any analysis statement included as part of the test results statement required by 8.7.1.

Validation shall be undertaken by (a) competent person(s) who is independent of those responsible for any aspect of the system design, the hardware design and the software design. A written detailed validation report shall be compiled.

NOTE – La validation fournit une confirmation indépendante que les prescriptions spécifiques ont été réalisées. La méthode est prévue pour confirmer que les défauts systématiques de conception ont été évités, que des procédures sont en place pour maintenir le fonctionnement sûr pendant la durée de vie du produit (y compris, par exemple, une modification ultérieure) et que la conception du PDF remplit les prescriptions par rapport aux défauts qui conviennent pour son type.

8.8.2 Validation complémentaire pour les PDF-S et PDF-M

Pour un PDF-S ou un PDM-M employant un ou plusieurs circuits intégrés complexes ou programmables, les prescriptions de 7.1.12.2 doivent être validées par analyse.

8.8.3 Logiciel, programmation, conception fonctionnelle de circuits intégrés

Pour le ou les systèmes de qualité sous lesquels la conception du système et le logiciel sont développés, il doit être vérifié que les prescriptions de procédure et de documentation sont en accord avec celles exigées par l'ISO 9001.

Le fonctionnement du ou des systèmes de qualité doit être vérifié par un audit des enregistrements des documents concernant le développement du matériel et les procédures établies pour maintenir la qualité pendant la durée de vie du produit.

L'adéquation, l'état complet et la traçabilité de la documentation du développement du projet doivent être validés par un audit.

La spécification du comportement défini doit être analysée afin de confirmer que les prescriptions pour le logiciel, la conception du programme et la conception fonctionnelle non prises en compte ici l'ont été ailleurs dans la conception du système.

Le plan d'essais doit être analysé afin de confirmer que toutes les prescriptions de la spécification du comportement défini peuvent être vérifiées par l'accomplissement des essais effectués avec succès.

Lorsqu'un logiciel spécifique pour la détection de défaut est utilisé en fonctionnement, le plan d'essais doit être analysé afin de confirmer que tous les défauts considérés en A.4.4 qui ne peuvent pas être essayés par une simulation du défaut directement sur le matériel sont essayés par logiciel.

Les résultats d'essais de la dernière version publiée de la conception doivent être vérifiés. Les essais par échantillonnage, choisis au hasard, doivent être répétés pour la validation et les résultats doivent être en accord dans les détails avec ceux gardés dans les enregistrements du projet.

Lorsque un logiciel spécifique pour les détections de défaut est utilisé en fonctionnement, les résultats d'essais pour les défauts simulés doivent être vérifiés pour une couverture adéquate et être comparés avec toute déclaration d'analyse faisant partie de la déclaration des résultats d'essais.

Pour un logiciel utilisé en fonctionnement, il doit être vérifié que le programme d'instruction complet de fonctionnement est contenu dans la mémoire pour lecture seule, laquelle ne peut pas être modifiée par le processeur.

Pour les appareils programmables, le moyen pour vérifier que l'appareil remplit toutes les fonctions programmées doit être validé.

NOTE 1 – Les appareils programmés de façon incorrecte ou incomplète peuvent conduire le matériel à respecter la fonction de protection primaire de façon correcte mais à ne pas remplir les fonctions de détection de défaut, en particulier lorsque des appareils programmables similaires multiples sont utilisés dans une conception qui dépend d'une surveillance croisée pour la détection de défaut.

NOTE – The validation provides independent confirmation that specific requirements have been achieved. The process is intended to confirm that systematic faults in the design have been avoided, that procedures are in place to maintain safe performance during the life cycle of the product (including, for example, subsequent modification) and that the design PDF fulfils the fault requirements appropriate to its type.

8.8.2 Additional validation for PDF-S and PDF-M

For a PDF-S and PDF-M employing a complex or programmable integrated circuit(s), the requirements of 7.1.12.2 shall be validated by analysis.

8.8.3 Software, programming, functional design of integrated circuits

For the quality system(s) under which the system design and software are developed, it shall be verified that the procedural and documentation requirements are in accordance with those required by ISO 9001.

The operation of the quality system(s) shall be verified by an audit inspection of the documentary records pertaining to the development of the equipment, and the procedures established for the maintenance of quality during the cycle of the product.

The adequacy, completeness, and traceability of the project development documentation shall be validated by audit inspection.

The defined behaviour specification shall be analysed to confirm that the requirements for software, program design, and functional design, not addressed therein have been addressed elsewhere in the system design.

The test plan shall be analysed to confirm that all the requirements of the defined behaviour specification can be verified by successful completion of the tests.

When software specific to fault detection is used in operation, the test plan shall be analysed to confirm that all faults considered in A.4.4, which cannot be tested by direct hardware fault simulation, are tested by the software.

The test results of the latest issued version of the design shall be verified. Sample tests, chosen at random, shall be repeated for validation and the results shall agree in detail with those held in the project records.

When software specific to fault detection is used in operation, the test results for simulated faults shall be inspected for adequate coverage and shall be compared with any analysis statement included as part of the test results statement.

For software used in operation, it shall be verified that the entire operational instruction program is contained within read-only memory which cannot be overwritten by the processor.

For programmable devices, the means for verifying that the device performs all its programmed functions shall be validated.

NOTE 1 – Incorrectly or incompletely programmed devices can cause the equipment to perform the primary protective function correctly but fail to implement fault detection functions, particularly when multiple similar programmable devices are used within a design which depends upon cross-monitoring for fault detection.

Le moyen employé pour surveiller le déroulement du programme et/ou le fonctionnement des appareils complexes ou programmables doit être validé. Le moyen adopté doit être approprié au niveau de performance concernant la sécurité, revendiquée par le fournisseur, et à l'architecture du système employé.

NOTE 2 – Des conseils complémentaires sont inclus dans la CEI 61508.

8.8.4 Déclaration de l'analyse des résultats d'essais

Lorsque l'analyse est employée pour définir le résultat d'un essai requis par 8.7, l'adéquation, l'adaptation et la validité des techniques utilisées doivent être validées. La mise en oeuvre correcte des méthodes utilisées doit être vérifiée en répétant des parties de l'analyse choisies au hasard.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-5-3:1999

Withdrawn

The means employed to monitor program flow and/or the operation of complex/programmable devices shall be validated. The means shall be appropriate for the level of safety related performance claimed by the supplier, and the system architecture employed.

NOTE 2 – Further guidance is included in IEC 61508.

8.8.4 Test results analysis statement

When analysis is employed to define the result of any test required by 8.7, the adequacy, suitability and validity of the techniques used shall be validated. The correct implementation of the methods used shall be verified by repeating parts of the analysis selected at random.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-5-3:1999

Annexe A (normative)

Catalogue de défauts uniques affectant le matériel électrique d'un PDF à appliquer comme spécifié en 8.7 et 8.8

A.1 Conducteurs et connecteurs

A.1.1 Conducteur/câble

Défauts pris en compte	Défauts exclus
Court-circuit entre deux conducteurs quelconques	Conducteurs reliés de façon permanente (par exemple sans prise de courant) et protégés contre les dommages externes, par exemple par des conduits ou du blindage. Conducteurs de câbles multiconducteurs séparés
Conducteur quelconque en circuit ouvert	Néant
Court-circuit entre un conducteur quelconque et une masse métallique conductrice accessible ou le conducteur de protection	Néant
Court-circuit entre n'importe quel conducteur et une partie sous tension	Conducteurs qui sont fixés et/ou raccordés par des systèmes de raccordements multiconducteurs de façon à empêcher un défaut provenant, par exemple, d'une défaillance mécanique près du point de raccordement

A.1.2 Circuits imprimés et ensembles de circuits imprimés

Défauts pris en compte	Défauts exclus
Court-circuit entre deux conducteurs adjacents	La matière de base utilisée est conforme à la CEI 60249-2 et les lignes de fuite et les distances dans l'air sont au moins dimensionnées conformément à la CEI 60664-1 avec un degré de pollution 2 et une catégorie de surtension III, et – La carte finie est montée dans une enveloppe procurant un indice de protection minimal IP54 et la ou les faces imprimées sont enrobées d'un vernis résistant au vieillissement ou d'une couche de protection recouvrant toutes les pistes conductrices
Piste conductrice en circuit ouvert	Néant

A.1.3 Borniers

Défauts pris en compte	Défauts exclus
Court-circuit entre bornes adjacentes	Si les bornes utilisées sont conformes aux normes CEI pertinentes et si les spécifications de 14.1.1 et 14.1.2 de la CEI 60204-1 sont satisfaites
Bornes individuelles en circuit ouvert	Néant

Annex A (normative)

Catalogue of single faults affecting the electrical equipment of a PDF to be applied as specified in 8.7 and 8.8

A.1 Conductors and connectors

A.1.1 Conductor/cable

Faults considered	Exclusions
Short circuit between any two conductors	Conductors which are permanently connected (e.g. not using plug/socket combinations) and which are protected against external damage, e.g. by cable ducting or armouring. Conductors in separate multicore cables
Open circuit of any conductor	None
Short circuit of any conductor exposed to a conductive part or to the protective conductor	None
Short circuit of any conductor exposed to a live part	Conductors which are supported and/or terminated by multiconductor termination assemblies so as to prevent the fault occurring from, for example, mechanical failure near a termination point

A.1.2 Printed circuit and printed circuit assembly

Faults considered	Exclusions
Short circuit between two adjacent conductors	– The base material used is according to IEC 60249-2 and the creepage distances and clearances are dimensioned at least according to IEC 60664-1 with pollution degree 2 and overvoltage category III, - and – The assembled board is mounted in an enclosure giving a degree of protection to at least IP54 and the printed sides(s) with ageing resistant varnish or protective layer covering all conductor paths
Open circuit of any conductor path	None

A.1.3 Terminal blocks

Faults considered	Exclusions
Short circuit between adjacent terminals	Where the terminals used are in accordance with relevant IEC standards and the requirements of 14.1.1 and 14.1.2 of IEC 60204-1 are satisfied
Open circuit of individual terminals	None

A.1.4 Connecteurs multibroches (par exemple connecteurs mâles et femelles pour câbles, relais, circuits intégrés)

Défauts pris en compte	Défauts exclus
Court-circuit entre deux broches voisines quelconques	Broches adjacentes conformes à A.1.2
Erreur de connecteur ou connecteur mal branché lorsque une telle erreur n'est pas empêchée par des moyens mécaniques	Néant
Broche individuelle de connecteur en circuit ouvert	Néant

A.2 Appareils de connexion

A.2.1 Interrupteurs de position électromécaniques, interrupteurs à commande manuelle et boutons poussoirs (bouton de remise à zéro, interrupteur dip)

Défauts pris en compte	Défauts exclus
Le contact ne se ferme pas	Néant
Le contact ne s'ouvre pas	Néant
Court-circuit entre contacts adjacents isolés les uns des autres	Si l'interrupteur utilisé est conforme à la CEI 60947-5-1 et si les parties conductrices qui se desserrent ne peuvent court-circuiter l'isolement entre contacts
Court-circuit simultané entre les trois bornes de contacts inverseurs	Si l'interrupteur utilisé est conforme à la CEI 60947-5-1 et si les parties conductrices qui se desserrent ne peuvent court-circuiter l'isolement entre contacts

A.2.2 Appareils électromécaniques (par exemple relais, contacteur)

Défauts pris en compte	Défauts exclus
N'est pas désactivé (tous les contacts restent en position alimentée par suite par exemple d'un défaut mécanique)	Néant
N'est pas alimenté (tous les contacts restent en position désactivée par suite par exemple d'un défaut mécanique, d'une bobine en circuit ouvert)	Néant
Des contacts individuels ne se ferment pas	Néant (voir note)
Des contacts individuels ne s'ouvrent pas	Néant (voir note)
Court-circuit simultané entre les trois bornes d'un contact inverseur	– Si les lignes de fuite et les distances dans l'air sont dimensionnées au moins conformément à la CEI 60664-1 avec un degré de pollution 2 et une catégorie de surtension III, - et – Si les parties conductrices qui se desserrent ne peuvent court-circuiter l'isolement entre les contacts et la bobine
Court-circuit entre les contacts, et entre les contacts et les bornes de la bobine	– Si les lignes de fuite et les distances dans l'air sont dimensionnées au moins conformément à la CEI 60664-1 avec un degré de pollution 2 et une catégorie de surtension III, - et – Si les parties conductrices qui se desserrent ne peuvent court-circuiter l'isolement entre les contacts et la bobine
NOTE – Quand les relais ou contacteurs utilisés sont à contacts guidés mécaniquement, la non-ouverture d'un contact peut être détectée en surveillant la position d'un autre contact du système. Les prescriptions pour ces systèmes sont à l'étude.	

A.1.4 Multi-pin connectors (e.g. plug and socket for cable, relay, IC)

Faults considered	Exclusions
Short circuit between any two adjacent pins	Adjacent pins satisfying A.1.2
Interchanged or incorrectly inserted connector when not prevented by mechanical means	None
Open circuit on individual connector pin	None

A.2 Switches**A.2.1 Electromechanical position switches, manually operated switches and push-buttons (e.g. reset actuator, dip switch)**

Faults considered	Exclusions
Contact pairs not closing	None
Contact pairs not opening	None
Short circuit between adjacent contacts isolated from each other	Where the switch is used in accordance with IEC 60947-5-1 and if conductive parts which have become loose cannot bridge the insulation between contacts
Simultaneous short-circuit between the three terminals of changeover contacts	Where the switch is used in accordance with IEC 60947-5-1 and if conductive parts which have become loose cannot bridge the insulation between contacts

A.2.2 Electromechanical devices (e.g. relay, contactor)

Faults considered	Exclusions
Does not de-energize (all contacts remain in energized position, e.g. due to mechanical fault)	None
Does not energize (all contacts remain in de-energized position, e.g. due to mechanical fault, open circuit of coil)	None
Individual contact pairs not closing	None (see note)
Individual contact pairs not opening	None (see note)
Simultaneous short circuit between the three terminals of a changeover contact	– If the creepage and clearance distances are dimensioned at least according to IEC 60664-1 with pollution degree 2 and overvoltage category III, - and – If conductive parts which become loose cannot bridge the insulation between contacts and the coil
Short circuit between contact circuits and between contacts and coil terminals	– If the creepage and clearance distances are dimensioned at least according to IEC 60664-1 with pollution degree 2 and overvoltage category III, - and – If conductive parts which become loose cannot bridge the insulation between contacts and the coil
NOTE – When relays or contactors with positively guided contacts are used, the non-opening of a contact can be detected by monitoring the position of another contact in the assembly. Requirements for these assemblies are under consideration.	

A.3 Composants électriques discrets

A.3.1 Transformateurs

Défauts pris en compte	Défauts exclus
Court-circuit entre les enroulements	Si les enroulements sont séparés conformément à la CEI 60742
Enroulement en circuit ouvert	Néant

A.3.2 Bobines d'inductance

Défauts pris en compte	Défauts exclus
Circuit ouvert	Néant
Court-circuit entre bornes	Bobine monocouche protégée par émaillage ou en pot, avec connexions axiales et montage dans l'axe
Modification de valeur: $0,5 L_N < L < 2 L_N$ où L_N est la valeur nominale de l'inductance	Néant

A.3.3 Résistances

Défauts pris en compte	Défauts exclus
Circuit ouvert	Néant
Court-circuit	Résistance du type film, ou bobinée avec protection pour éviter le débobinage en cas de rupture du fil, avec connexions axiales, montage dans l'axe et vernissage de protection Aucune exception sur les résistances utilisées en technologie CMS
Modification de valeur: $0,5 R_N < R < 2 R_N$ où R_N est la valeur nominale de la résistance	Néant

A.3.4 Réseaux de résistances

Défauts pris en compte	Défauts exclus
Circuit ouvert des résistances individuelles	Néant
Court-circuit entre deux connexions quelconques	Néant
Modification de valeur de résistance individuelle: $0,5 R_N < R < 2 R_N$ où R_N est la valeur nominale de la résistance	Néant

A.3.5 Potentiomètres

Défauts pris en compte	Défauts exclus
Connexion individuelle en circuit ouvert	Néant
Court-circuit simultané entre toutes les connexions	Néant
Modification de la valeur entre deux connexions quelconques: $0,5 R_p < R < 2 R_p$ où R_p est la valeur nominale	Néant

A.3 Discrete electrical components

A.3.1 Transformers

Faults considered	Exclusions
Short circuit between windings	Where the windings are separated according to IEC 60742
Open circuit of individual winding	None

A.3.2 Inductors

Faults considered	Exclusions
Open circuit	None
Short circuit between terminals	Where choke coil is single-layered, enamelled or potted and with axial wire connections and axial mounting
Changing value: $0,5 L_N < L < 2 L_N$ where L_N is the nominal value of inductance	None

A.3.3 Resistors

Faults considered	Exclusions
Open circuit	None
Short circuit	Where the resistor is of the film type, or the wirewound type with protection to prevent unwinding of the wire in the event of breakage, with axial wire connections, axial-mounted and enamelled No exclusions for resistors used in surface-mounting technology
Changing value: $0,5 R_N < R < 2 R_N$ where R_N is the nominal value of resistance	None

A.3.4 Resistor networks

Faults considered	Exclusions
Open circuit of individual resistors	None
Short circuit between any two connections	None
Changing value of individual resistor: $0,5 R_N < R < 2 R_N$ where R_N is the nominal value of resistance	None

A.3.5 Potentiometers

Faults considered	Exclusions
Open circuit of individual connection	None
Simultaneous short circuit between all connections	None
Changing value between any two connections: $0,5 R_P < R < 2 R_P$ where R_P is the nominal value	None