

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

**Low-voltage switchgear and controlgear assemblies –
Part 0: Guidance to specifying assemblies**

**Ensembles d'appareillage à basse tension –
Partie 0: Recommandations pour la spécification d'ensembles**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61439-0:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

**Low-voltage switchgear and controlgear assemblies –
Part 0: Guidance to specifying assemblies**

**Ensembles d'appareillage à basse tension –
Partie 0: Recommandations pour la spécification d'ensembles**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-4027-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
4 Application of assemblies within the IEC 61439 series.....	11
4.1 General.....	11
4.2 Assembly design and verification	11
4.3 Service conditions and interface characteristics	13
4.4 Application design.....	13
5 Electrical system	13
5.1 General.....	13
5.2 Earthing system	13
5.3 Nominal voltage	14
5.4 Transient overvoltages.....	14
5.5 Unusual voltage transients, temporary overvoltages	16
5.6 Rated frequency f_n (Hz)	16
5.7 Additional on-site testing requirements: wiring, operational performance and function.....	17
6 Short-circuit withstand capability	17
6.1 General.....	17
6.2 Prospective short-circuit current at supply terminals I_{cp} (kA)	18
6.3 Prospective short-circuit current in the neutral	19
6.4 Prospective short-circuit current in the protective circuit	19
6.5 Short-circuit protective device (SCPD)	19
6.6 Coordination of short-circuit protective devices including external short-circuit protective device details	20
6.7 Data associated with loads likely to contribute to the short-circuit current	21
6.8 Multiple supplies	21
7 Protection of persons against electric shock	21
7.1 General.....	21
7.2 Basic protection (protection against direct contact)	21
7.2.1 General	21
7.2.2 Basic insulation provided by insulating material	22
7.2.3 Basic insulation by barriers or enclosures	22
7.3 Fault protection (protection against indirect contact)	22
7.3.1 General	22
7.3.2 Requirements for the protective conductor to facilitate automatic disconnection of the supply	23
7.3.3 Electrical separation	24
7.3.4 Class II protection (double or reinforced insulation)	24
8 Installation environment.....	24
8.1 General.....	24
8.2 Location type	24
8.3 Protection against access to hazardous parts, ingress of solid foreign bodies and ingress of water (IP code)	25

8.4	External mechanical impact (IK code)	28
8.5	Resistance to radiation	29
8.5.1	General	29
8.5.2	Solar irradiance	29
8.5.3	Ultraviolet (UV) radiation	29
8.6	Resistance to corrosion	29
8.7	Ambient air temperature	30
8.8	Maximum relative humidity	30
8.9	Pollution degree	31
8.10	Altitude	32
8.11	Electromagnetic compatibility (EMC)	32
8.12	Special service conditions	33
8.12.1	General	33
8.12.2	Climatic conditions	34
8.12.3	Protection against ingress of solid foreign bodies and ingress of water (IP code)	34
8.12.4	Shock, vibration, seismic occurrence and external mechanical impact (IK code)	34
8.12.5	Fire and explosion hazards	34
8.12.6	Exceptional overvoltages	34
8.12.7	Polluted atmospheres	35
8.12.8	EMC environment	35
9	Installation method	35
9.1	General	35
9.2	Assembly type	35
9.3	Portability	36
9.4	Maximum overall dimensions and weight	36
9.5	External conductor type(s)	36
9.6	Direction(s) of external conductors	37
9.7	External conductor material	37
9.8	External line conductor, cross sections, and terminations	37
9.9	External PE, N, PEN, PEM, PEL conductors' cross sections, and terminations	37
9.10	Special terminal identification requirements	38
10	Storage and handling	38
10.1	General	38
10.2	Maximum dimensions and weight of transport units	38
10.3	Methods of transport (e.g. forklift, crane)	38
10.4	Environmental conditions different from the service conditions	39
10.5	Packing details	39
11	Operating arrangements	39
11.1	General	39
11.2	Access to manually operated devices	39
12	Maintenance and upgrade capabilities	40
12.1	General	40
12.2	Requirements related to accessibility for inspection and similar operations	40
12.3	Requirements related to accessibility for maintenance in service by authorized persons	41
12.4	Requirements related to extension under voltage	41

12.5	Protection against direct contact with hazardous live internal parts during maintenance or upgrade	41
12.6	Method of functional unit connection	42
12.7	Operating and maintenance gangways within an assembly	42
12.8	Internal separation (only relevant for assemblies in accordance with IEC 61439-2)	42
12.8.1	Fundamentals of separation.....	42
12.8.2	Considerations when determining a form of separation	43
12.8.3	Selecting the most appropriate form of separation	44
13	Current carrying capability	46
13.1	General.....	46
13.2	Rated current of the assembly I_{nA} (A) (maximum current allowable).....	46
13.3	Loading of outgoing circuits within an assembly.....	47
13.4	Ratio of cross section of the neutral conductor to line conductors	48
13.4.1	General	48
13.4.2	Line conductors up to and including 16 mm ²	48
13.4.3	Line conductors above 16 mm ²	48
14	Assembly design and routine verification processes	49
14.1	Design verification	49
14.1.1	Object.....	49
14.1.2	Methods	49
14.1.3	Records.....	50
14.2	Routine verification	50
14.2.1	General	50
14.2.2	Records.....	50
Annex A (informative)	Cross section of copper cables suitable for connection to terminals for external cables	51
Annex B (informative)	Forms of internal separation (see 12.8)	52
Annex C (informative)	Specification template for assemblies	58
Annex D (informative)	Optional information	62
D.1	General.....	62
D.2	Electrical conditions.....	63
D.2.1	Internal arc-fault considerations.....	63
D.2.2	Insulated busbars	64
Annex E (informative)	List of notes concerning certain countries.....	65
Bibliography		66
Figure 1	– Required rated impulse withstand voltage	16
Figure 2	– Examples of separation included in IEC 61439-2.....	45
Figure B.1	– Symbols used in Figure B.2, Figure B.3 and Figure B.4	53
Figure B.2	– Form 1 and Form 2	55
Figure B.3	– Form 3	56
Figure B.4	– Form 4	57
Table 1	– IP codes, first numeral	26
Table 2	– IP codes, second numeral	27

Table 3 – IP codes, additional letter (optional)	28
Table 4 – Assemblies and application ratings.....	48
Table A.1 – Cross section of copper cables suitable for connection to terminals for external cables	51
Table B.1 – Forms of internal separation.....	52
Table C.1 – Example of items typically subject to agreement between the assembly manufacturer and the user	58
Table D.1 – Examples of optional items subject to agreement between the assembly manufacturer and the specifier.....	62

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61439-0:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES –**Part 0: Guidance to specifying assemblies**

FOREWORD

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

IEC TR 61439-0 has been prepared by subcommittee 121B: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage. It is a Technical Report.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2013. It constitutes a technical revision.

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

- a) alignment with IEC 61439-1:2020;
- b) addition of new content in Clause 13 regarding current ratings;
- c) addition of a new subclause 12.8.1 detailing the fundamentals of the forms of internal separation;
- d) alignment of Annex B with Annex AA of 61439-2:2020;
- e) removal of the annexes detailing items subject to agreement between specifier and manufacturer for all product parts as not all of them can always be up to date

The text of this Technical Report is based on the following documents:

Draft	Report on voting
121B/126/DTR	121B/152/RVDTR

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

The language used for the development of this Technical Report is English.

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

The reader's attention is drawn to the fact that Annex E lists all of the "in-some-country" clauses on differing practices of a less permanent nature relating to the subject of this document.

A list of all parts of the IEC 61439 series, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*, can be found on the IEC web site.

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

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

INTRODUCTION

Low-voltage assemblies form an integral part of most electrical distribution networks. In their application they have two prime functions:

- to safely control and distribute electrical energy; and
- to safely isolate sections of faulted networks.

Whilst these two functions place very different demands on the assembly, an assembly has to be capable of performing both these functions throughout its expected service life. Controlling and distributing electrical energy is the assembly's routine ongoing duty. The second function, fault management, is a very rare occurrence within a well-managed and maintained system. Some assemblies will never be called upon to manage a fault, but if a fault does occur, it can place immense thermal and mechanical stresses on the assembly in an instant. Any ageing or deterioration of the assembly should be limited such that its safety function is not impaired.

Due to the nature of the application, if there are weaknesses in the design or application of an assembly, it is possible they will not be identified until years after the assembly was installed. In order to avoid latent issues, and to ensure that assemblies are suitable for their application, they will be designed and verified to meet the exacting requirements defined in the IEC 61439 series of standards. However, as the IEC 61439 series covers a wide range of applications, and some applications can be partially outside the scope of the standard, it is equally important that assemblies are correctly specified. Where options are given in the IEC 61439 series, the most suitable for the application will be selected; where the requirements are outside the scope of the standards, detailed requirements will be agreed between the specifier and manufacturer.

This document identifies the significance of each characteristic to be considered when specifying an assembly and provides the specifier with guidance on defining a suitable assembly for their application.

For the purposes of this document, the specifier is the party who specifies or selects the assembly characteristics. The specifier may be the same party as the one who will use and operate the assembly, or someone acting on their behalf. The aim of this document is to provide the specifier with guidance on the specification that should be provided in order to obtain an assembly with the required performance and at optimised costs.

Throughout this document, the term “assembly” is used for a low-voltage switchgear and controlgear assembly. The term “manufacturer” refers to the assembly manufacturer unless specifically indicated otherwise.

The term “line conductor” is used in many places throughout this document. Previously the terminology was phase conductors.

This document is focussed on the specifier, that is, the person or organization providing the specification for the assembly. It is assumed the specifier is acting on behalf of the user.

The purpose of the IEC 61439 series of standards is to harmonize, as far as practicable, all the general rules and requirements that apply to assemblies. The series further seeks, in order to obtain uniformity of requirements for assemblies, consistency in the verification of assemblies and to avoid the need for verification to other standards.

All the requirements for the various assemblies that can be considered as general, together with specific subjects dedicated to performances and application, for example temperature rise, short-circuit, dielectric properties, have therefore been gathered in IEC 61439-1 as general rules. For each type of assembly only two main standards are necessary to determine all requirements and the corresponding methods of verification:

- 1) the standard giving the general rules designated “IEC 61439-1”, and

- 2) the specific product part of the IEC 61439 series, hereinafter referred to as the relevant product part of the IEC 61439 series.

The IEC 61439 series of standards encompasses assemblies for a wide variety of uses, some of which have specific needs as imposed by their particular application. In order to clearly define these specific needs, relevant product parts of the IEC 61439 series focussed on a particular type of application have been (or are being) developed. These are identified as IEC 61439-2, IEC 61439-3, and so on (for a list of all parts of the IEC 61439 series, refer to the IEC web site). Each relevant product part of the IEC 61439 series with reference to IEC 61439-1, the general rules, as appropriate, specifies the characteristics and performance required by an assembly within its defined scope of application. Each relevant product part of the IEC 61439 series includes, as an annex, a template for “items subject to agreement between the assembly manufacturer and the specifier” to facilitate the specifying of an assembly.

General characteristics of all types of assemblies are considered in this document. Details which are applicable to each type of assembly can be determined by reference to the specification schedule in the relevant product part of the IEC 61439 series.

Within this document, reference to IEC 61439 means the current edition of the IEC 61439 series of standards, including:

- IEC 61439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*
- IEC 61439-2, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*
- IEC 61439-3, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 3: Distribution boards intended to be operated by ordinary persons (DBO)*
- IEC 61439-4, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 4: Particular requirements for assemblies for construction sites (ACS)*
- IEC 61439-5, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 5: Assemblies for power distribution in public networks*
- IEC 61439-6, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 6: Busbar trunking systems (busways)*
- IEC 61439-7, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 7: Assemblies for specific applications such as marinas, camping sites, market squares, electric vehicles charging stations*

Refer to the IEC web site for the latest edition of each product part of the IEC 61439 series and additional product part of the IEC 61439 series published for other specific applications.

NOTE Each product part of the IEC 61439 series is related to the appropriate edition of IEC 61439-1, as listed in the product part, and the corresponding edition of IEC TR 61439-0.

A reference to “general rules” means a reference to IEC 61439-1:2020.

A reference to “product standard” means the relevant part or parts of the IEC standard for the components used in the assembly (e.g. IEC 60947-2 for circuit-breakers).

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES –

Part 0: Guidance to specifying assemblies

1 Scope

Within the IEC 61439 series of standards for low-voltage switchgear and controlgear assemblies, there are system and application details that are specified by the specifier to enable the manufacturer to produce an assembly that meets the needs and expectations of the specifier.

This part of IEC 61439, which is a technical report, identifies from the specifier's perspective those functions and characteristics that are defined when specifying assemblies. It provides:

- an explanation of the assembly characteristics and options within the IEC 61439 series;
- a guidance on how to select the appropriate options and define characteristics so as to meet specific application needs; and
- an assistance in the specification of assemblies.

References within this document to the interface characteristics of an assembly and the requirements with which they will comply assume that the assembly is designed, manufactured, and verified in accordance with the relevant part of the IEC 61439 series.

2 Normative references

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

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

IEC 61439-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61439-2:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*

IEC 61439-3, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 3: Distribution boards intended to be operated by ordinary persons (DBO)*

IEC 61439-4, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 4: Particular requirements for assemblies for construction sites (ACS)*

IEC 61439-5, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 5: Assemblies for power distribution in public networks*

IEC 61439-6, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 6: Busbar trunking systems (busways)*

IEC 61439-7, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 7: Assemblies for specific applications such as marinas, camping sites, market squares, electric vehicle charging stations*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in the IEC 61439 series apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

4 Application of assemblies within the IEC 61439 series

4.1 General

Assemblies manufactured in accordance with the relevant product part of the IEC 61439 series are suitable for installation in the majority of operating environments. Many of the characteristics of assemblies are fully defined within the standard and do not require further consideration by the specifier. In some instances, there can be a default condition specified within the standard and a range of other identified alternative options, from which the specifier can choose to suit the application. For other characteristics, the specifier can be required to choose from a list of options within the standard.

Specifiers are cautioned against over-specifying their requirements; it may not lead to a more appropriate assembly for their application. More onerous requirements for one criterion usually have a negative impact on others. For example, an outdoor assembly being specified to comply with IP66 of IEC 60529, when a lower IP degree, for example IP33, will suffice, can:

- increase temperatures within the assembly due to the lack of ventilation with the effect that the insulation ages more quickly;
- increase the risk of condensation causing tracking due to there being no ventilation and therefore no air exchange with the environment outside of the assembly; and
- make the assembly larger and more expensive due to the need to manage the lack of ventilation.

If special and exceptionally onerous conditions are likely to exist, these conditions should be identified by the specifier. Examples of these onerous conditions include high ultraviolet (UV) radiation applications, conditions of high particulates/pollutants, more stringent short-circuit conditions, special fault protection, special protection due to risk of fire, internal arc-faults, explosions, burns, etc.

In some instances, the specifier can wish to seek the advice of experts in order to identify their requirements correctly, for example the cross section of the neutral conductor considering the system harmonics.

Annex C is typical of the items to be agreed between the specifier and manufacturer when specifying an assembly. The equivalent annex for each product can be found in the relevant part of the IEC 61439 series. The specifier should complete the appropriate annex when defining the interface characteristics for the assembly for their particular application. An explanation of each interface characteristic is given in Clause 5 to Clause 14 inclusive.

Annex D provides guidance on optional information that a specifier may require for their specific application.

4.2 Assembly design and verification

An assembly is intended to be used within an electrical installation of defined characteristics. The assembly can be designed and verified with a specific set of application criteria, to suit a

particular use, or more usually, it can be designed and verified to meet typical application criteria that make it usable in a range of common applications.

The configuration for a particular specifier application of an assembly usually requires four main steps:

- a) Specification of the requirements and functions particular to the application. The specifier should complete the table given in Annex C of the relevant product part of the IEC 61439 series.
- b) The manufacturer derives the necessary interface characteristics and design of the assembly to meet the specification. The design will generally be based on the manufacturer's previously developed assembly arrangements, characteristics and functions.
- c) For assemblies or parts of assemblies where the design is not previously proven, design verification is carried out by the manufacturer.
- d) Routine verification, carried out on each assembly by the manufacturer.

It is essential that the specifier always insists upon assemblies that are fully verified in accordance with the appropriate product part of the IEC 61439 series. The nature of the application is such that deficiencies in an assembly design may not be initially apparent or readily identified from a cursory examination. For example:

- 1) The complex thermal effects within an assembly cannot be determined without formal verification (test, comparison or assessment). Operating components, particularly insulation, within an assembly at temperatures higher than intended may not cause an immediate failure but accelerated ageing of insulation can cause a premature failure.
- 2) Short-circuit protective devices operate rarely during the lifetime of the assembly to interrupt a fault. When some types of short-circuit protective devices interrupt a fault, they emit a hot ionized gas which can bridge clearances and/or reduce creepage distances and cause a flashover within the assembly. There can also be sudden build-up of gas pressure within the assembly that forces doors and covers to open, possibly endangering anyone in close proximity.
- 3) On the rare occasions that a short-circuit occurs, there are complex magnetic effects associated with high short-circuit currents. These impose substantial mechanical loads on conductor supports. The forces on the supports are affected by the shape of the conductors, bends in the conductors, proximity of conductors to each other and ferrous metalwork, phase relationships between the current in different conductors, and transient effects. All these effects are very complex and therefore difficult to determine. If not correctly addressed, conductors can pull together and create an internal arc-fault, or earthed steel housings or structural supports can be pulled onto live busbar or connections, resulting in assembly failure.
- 4) Voltage surges can occur due to switching, lightning and similar. Particularly those associated with lightning are random occurrences. If and when they do occur, the assembly has to offer sufficient tolerance (impulse voltage withstand) to the transient overvoltages or a flashover will occur.

NOTE Surge protective devices can also be required to limit voltage surges. See installation rules for further details.

- 5) Corrosion takes time, possibly years. If sufficient protection is not offered, particularly corrosion protection of parts made of ferrous material, the life of the assembly can be reduced, and safety compromised, by, for example, reduced mechanical properties of mounting plates and/or busbar support systems, and reduced earth continuity between different constructional parts.
- 6) The ageing of insulating materials is mainly a function of temperature and time, but different insulating materials age at dramatically different rates for given operating conditions. When insulating materials age their mechanical, and in some instances electrical properties, degrade and can cause failures.

The issues listed above, and others, are avoided by using completely verified assemblies. In some instances, with suitable design margins, the IEC 61439 series permits the verification to be undertaken by assessment or comparison to a reference design. Where the performance is less predictable the standard insists on testing as the means of design verification.

For further information on the design and routine verification carried out by the manufacturer, see Clause 14.

4.3 Service conditions and interface characteristics

The characteristics of the assembly should be compatible with the ratings of the circuits to which it is connected and the installation conditions.

Where no specification is provided, information given in the manufacturer's documentation may take the place of an agreement between the manufacturer and the specifier.

It is assumed that the specifier will provide an electrical single line diagram, or equivalent, to define the incoming and outgoing circuit arrangements, prospective short circuit current at the incoming terminals, loads, external conductors, and selected interface characteristics that are required for the application of a specific assembly.

4.4 Application design

Once the requirements and functions particular to the application have been specified, the manufacturer is responsible for the design of the assembly, so that it complies with the relevant product part of the IEC 61439 series. From the information provided by the specifier, the manufacturer will derive additional assembly characteristics necessary to provide an assembly that fulfils the application requirements stated. Where the specifier does not indicate particular requirements, the manufacturer may adopt their usual arrangement or the default arrangement as given in the relevant product part of the IEC 61439 series.

5 Electrical system

5.1 General

The electrical system determines the electrical characteristics (capabilities, e.g. short-circuit withstand) an assembly should have in order to perform its required duty safely for the installation. The characteristics of the assembly should at all times be at least equal to the requirements of the application and, where essential, they may exceed those offered in the standard options detailed in the IEC 61439 series.

The specifier should provide an electrical single line diagram and/or any other information necessary to define their requirements for the assembly, as detailed in 5.2 to 5.6.

5.2 Earthing system

The means of earthing a low-voltage network, when, how and where, differ depending on the installation. For a particular network, the earthing system used can be imposed by local regulation, the supply authority, legacy requirements, or the benefits of one system relative to others.

The standard configurations of earthing system are TN-C, TN-S, TN-C-S, TT and IT. Specific systems require and/or permit different solutions. For example, during the isolation of a supply for maintenance:

- in TN-C systems, the PEN conductor is not permitted to be isolated or switched, but,
- in TN-S systems and TN-C-S systems the neutral conductors may or may not be isolated or switched. The need to switch the neutral is determined by the effectiveness of the earthing

of the neutral throughout the system. If the neutral is reliably earthed by a suitably low impedance, and unlikely to be raised to a dangerous potential relative to earth under fault conditions, it may not need to be switched (see IEC 60364-5-53:2019/AMD1:2020, 531.2.3.5.1). In addition, it does not need to be protected against direct contact. However, local regulations can detail specific requirements for the switching or non-switching of the neutral and insulation of the neutral.

Since the PEN conductor should not be switched in a TN-C system, all switching devices should be of the three-pole or single-pole type for three- and single-phase applications, respectively. In TN-S and TN-C-S a four-pole device should only be considered where the neutral and earth are separate circuits. Three-pole switching is adequate where the neutral is reliably earthed. However, where the neutral and earth are separate, four-pole switching can always be used except where local regulations preclude it. In some instances, it can be convenient, even if not required, to switch the neutral, for example where residual current earth leakage protection is provided.

The design of the auxiliary circuits should take into account the supply earthing system so that an earth fault does not cause unintentional operation.

It is therefore essential that specifiers state the earthing system of the network into which the assembly is to be installed and also, if there is a need or a preference for four-pole switching.

NOTE The duties of a protective earth and a functional earth are frequently confused. A protective earth (conductor) is used to protect people against electric shocks, and a functional earth is a deliberate connection to earth, which is necessary for the normal functioning of a piece of electrical equipment.

5.3 Nominal voltage

Assemblies for both AC and DC networks are covered by the IEC 61439 series of standards. The nominal voltage of the electrical system determines a number of the assembly characteristics. The rated voltage of an assembly, U_n , should be at least equal to the nominal voltage of the network to which the main circuits of the assembly are connected. Auxiliary circuits can have a rated operational voltage lower than U_n .

The specifier should state the nominal voltage of the system.

When provided with the nominal voltage, the manufacturer will determine the appropriate values for other rated voltages including:

- The rated operational voltage U_e (of a circuit of an assembly)

This is the voltage at which all the devices in a circuit, or a group of circuits, are capable of performing a specified function, for example switching a particular load a given number of times. In all cases, the rated operational voltage of a main circuit of an assembly will be at least equal to the rated voltage of the assembly.

- The rated insulation voltage U_i

As is the case with U_e , the rated insulation voltage also applies to a circuit or group of circuits of the assembly. It is the long-term voltage withstand capability of the insulation and is never less than the rated operational voltage. Generally, an insulation voltage equal to the operational voltage is sufficient. If higher insulation voltages are specified, this generally increases clearances and creepage distances.

5.4 Transient overvoltages

All networks experience occasional transient overvoltages caused by switching, lightning, etc. Generally, within a low-voltage network, the magnitude of the overvoltages is reduced as the distance from the source of supply is increased. It is therefore possible to have assemblies suitable for different levels of overvoltage as determined by their location in the electrical network.

Various levels of overvoltage category are defined using a series of roman numbers.

The overvoltage category (OVC) options are:

- Category I: specially protected level (internal to equipment, not normally applicable to an assembly)
- Category II: load level (appliance, equipment, not normally applicable to an assembly)
- Category III: distribution circuit level (distribution boards, etc., included in a fixed installation)
- Category IV: origin of installation level (service entrance)

For further details see IEC 60364-4-44:2007/AMD1:2015, Clause 443.

If the specifier does not define any specific overvoltage requirements, the manufacturer will determine the likely overvoltage category from the electrical system single line diagram. Where exceptional overvoltage conditions apply, the specifier should state the required overvoltage category option for their application.

Care should be taken not to over-specify overvoltage categories for assemblies. Specifying higher levels of overvoltage categories leads to increased minimum clearances, possibly higher overvoltage rated components (if they are available) and, in some instances, larger and more expensive assemblies.

In applications where high transient overvoltages are anticipated, the installation of surge protective devices (SPDs) within the assembly can be a more expedient means of managing transient overvoltages than increasing the overvoltage requirements of the basic assembly. These devices effectively shunt the overvoltage to earth.

Where specifiers wish SPDs to be incorporated in an assembly they should indicate the type required.

From the overvoltage category, the nominal voltage and the type of electrical supply system the manufacturer will determine the appropriate values for the rated impulse withstand voltage (U_{imp}). This relationship is illustrated for information in Figure 1.

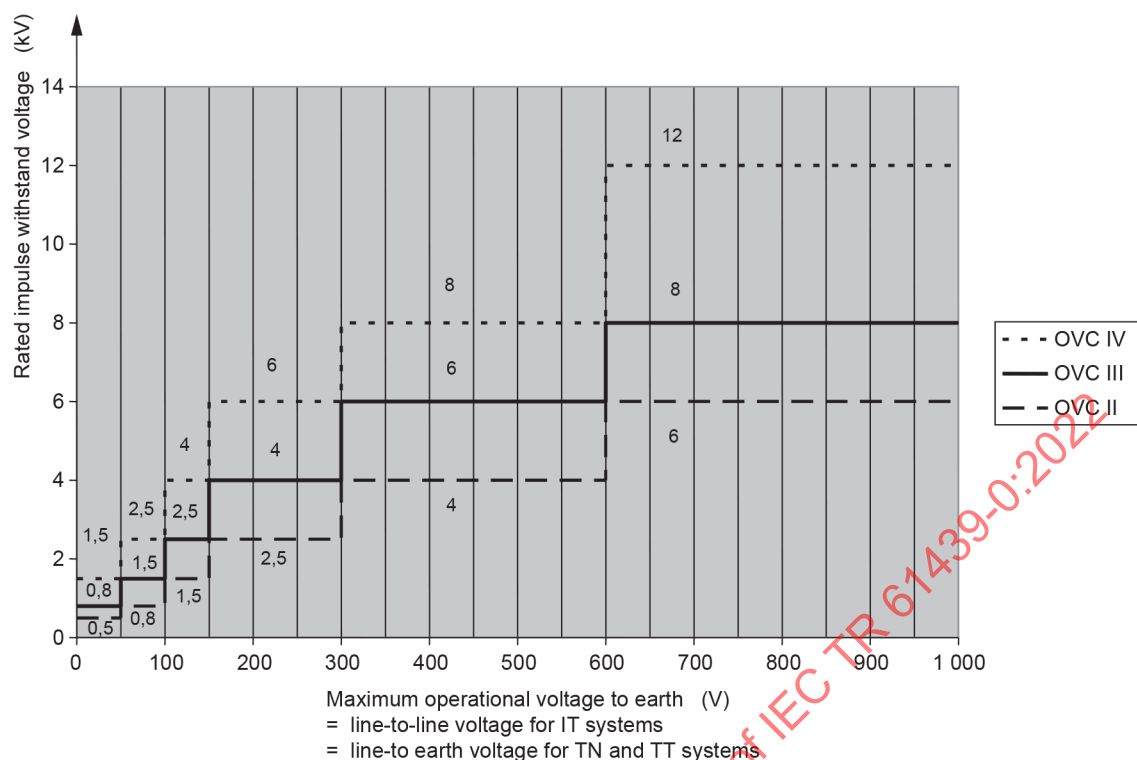


Figure 1 – Required rated impulse withstand voltage

The rated impulse withstand voltage U_{imp} is a measure of the assembly's tolerance to transient overvoltages. If the overvoltage category is specified correctly, U_{imp} will be equal to or higher than the transient overvoltages usually occurring in the system(s) to which the circuit is designed to be connected (operational voltage and earthing system).

5.5 Unusual voltage transients, temporary overvoltages

The assembly will be capable of withstanding:

- transient overvoltage – short duration overvoltage of a few milliseconds or less, oscillatory or non-oscillatory, usually highly damped, and
- temporary overvoltage – overvoltage at power frequency of relatively long duration (several seconds).

The rated impulse withstand voltage (U_{imp}) defines the transient overvoltage to be withstood, ranging from 0,33 kV to 12 kV.

The rated insulation voltage (U_i) defines the level of temporary overvoltage to be withstood.

If unusual voltage transients or temporary overvoltages are anticipated, the specifier should state the conditions to be met. Where such unusual conditions apply, it is important that they are identified in order that the appropriate assembly can be provided (guidance is provided, e.g. in IEC 61643-12 for transient overvoltages).

5.6 Rated frequency f_n (Hz)

Assemblies are designed to operate at a particular (rated) frequency or over a range of frequencies or with direct current. Connecting a circuit of an assembly to a supply with a frequency outside its intended range can result in devices not operating correctly, altered interrupting capacity and, in the case of higher current, the current carrying ability can be affected. Standard frequencies are 50 Hz and 60 Hz.

Unless otherwise stated, the manufacturer of the assembly will assume the assembly has to be suitable for a system frequency within the limits of 98 % to 102 % of the rated frequency.

The specifier should state the nominal frequency of the system as the required rated frequency of the assembly. If any of the circuits within the assembly are required to operate at different frequencies, this should be identified accordingly in the specification.

The specifier should inform the manufacturer if excessive harmonics can be present. Excessive harmonics in the supply voltage or in the current generated by the load can influence the function and ratings of the circuits in the assembly. Depending on the source, direct current will probably not be fully time-independent and can contain a considerable amount of periodic current.

Harmonic current often originates from non-linear loads. These loads are becoming more common due to the proliferation of equipment such as LED lamps, portable computers, uninterruptible power supplies and loads connected to variable speed drives. The installation designer should take into account the effects of the harmonics when specifying the assembly. In some cases filters can be used to reduce harmonic content. See 13.4.

5.7 Additional on-site testing requirements: wiring, operational performance and function

The routine verification is intended to detect faults in materials and workmanship, to confirm an assembly has been manufactured in accordance with the design specification and to ascertain proper functioning of the complete assembly. It is made on each assembly, normally at the manufacturer's premises.

Assemblies do not require any on-site testing to re-confirm the integrity of the assembly. In cases where the assemblies are delivered in transport units, the manufacturer can recommend tests to confirm the transport units have been correctly coupled on site. Where parts are installed in the assembly at site they should be installed and checked in accordance with the manufacturer's instructions.

IEC 60364-6 defines on-site verification to check the correct integration of the assembly into the electrical system. Where additional on-site testing by the manufacturer is required, the specifier should define these tests.

6 Short-circuit withstand capability

6.1 General

Short-circuits within correctly designed and managed networks are a very rare occurrence, but when they occur, they place abnormal demands on assemblies. Short-circuit currents and the interruption of short-circuit currents will cause different kinds of stresses:

- huge forces between conductors, of attraction and repulsion at the supply frequency, of the order of kilo-newtons per metre length of conductor;
- conductor temperature can increase to a very high level in a very short time (primarily adiabatic behaviour);
- air ionization due to switching arcs, resulting in reduced air insulation and possible dielectric failure;
- high overpressure inside the enclosure due to short-circuit protective devices operating under fault conditions.

Assemblies should be capable of withstanding the mechanical, thermal and dynamic stresses resulting from short-circuit currents available from the power source(s) to which they are connected.

Unless otherwise specified in the manufacturer's operating and maintenance instructions, assemblies that have been subjected to a short-circuit will require some form of attention. As a minimum, this will be inspection and/or maintenance by skilled or instructed personnel in order to determine the cause of the fault and if any remedial work is required to make the assembly suitable for further service.

In some instances, components that have been subject to a short-circuit duty are not suitable for further service and have to be replaced. For example, components within motor starters coordinated in accordance with Type 1 of IEC 60947-4-1 usually need to be replaced, whereas those with Type 2 coordination to the same standard are, subject to a maximum number of operations and minor maintenance, suitable for further service.

Specifiers should identify the capability of components as defined in their relevant product standards, and where applicable, specify the most appropriate capability for their application. If nothing is specified, the manufacturer will assume the minimum requirement is suitable for the application, for example Type 1 coordination in motor starter circuits, MCCBs, where the ultimate breaking capacity is equal to the prospective short-circuit current.

6.2 Prospective short-circuit current at supply terminals I_{cp} (kA)

The prospective short-circuit current is the RMS value of the current that would flow if the supply conductors to the assembly were short-circuited with negligible impedance at the supply terminals of the assembly. This is usually determined by the upstream supply, for example the upstream transformer and any connecting conductors. In most cases, faults occurring in practice have an impedance that results in a lower fault current compared to the prospective short-circuit current. Therefore, the selection of an assembly which is designed and verified for the prospective fault current usually includes some safety margin.

In cases where an assembly has more than one incoming supply, the prospective short-circuit current should take into account all supplies that can operate simultaneously in parallel.

The prospective short-circuit current is usually expressed as an RMS short-time current for a specified duration, for example 0,2 s, 0,3 s or 1 s, or a conditional short-circuit current, with a corresponding reduced let-through current as limited by the operation of the upstream protective device.

Using the prospective short-circuit current I_{cp} of the system at the point where it connects to the assembly, as defined by the specifier, the manufacturer selects an assembly with an adequate short-circuit rating. When the assigned short-circuit rating is based on a conditional short-circuit current determined by upstream protection, the assembly manufacturer will provide details of the required upstream protective device.

The terminology to define the short-circuit rating of an assembly is summarised as follows:

- the rated peak withstand current (I_{pk});
- the rated short-time withstand current (I_{cw});
- the rated conditional short-circuit current of an assembly (I_{cc}).

Assemblies are protected against short-circuit currents by means of, for example, circuit-breakers, fuses, or combinations of both in the incoming circuit or upstream of the assembly. When the protection is, for example:

- i) a circuit-breaker with some form of definite minimum time protection, the prospective short-circuit current at the incoming terminals of the assembly and the minimum short-circuit rating of the assembly will be I_{cw} for a specified duration, or
- ii) a current-limiting circuit-breaker or fuse, the prospective short-circuit current at the incoming terminals of the assembly and the minimum short-circuit rating of the assembly are I_{cc} .

If the incoming circuit does not include protection the prospective short-current at the incoming terminals will persist within the assembly through to the outgoing circuits. If, as is frequently the case, the incoming functional unit of an assembly is a short-circuit protective device (SCPD), it can further reduce the short-circuit stresses downstream of the incoming functional unit within the assembly. Where a specifier has a preference for a particular type of device as the incoming functional unit, this should be specified (see 6.5).

The IEC 61439 series of standards assumes a power factor of the short-circuit current that is applicable to most applications. However, in some installations the power factor is lower than that included in the standard. This results in higher peak currents. Where this is the case, the specifier should state the peak factor applicable to their installation in order that the manufacturer can take this into account in the design of the assembly.

Specifying a prospective short-circuit current higher, or for a longer duration, than is required by the network can result in a more expensive assembly than necessary. For example, specifying a short time withstand current with a duration of 3 s when the protection will operate in less than 1 s will, on many occasions, lead to the short-circuit withstand capability, rather than the rated current, dictating the rating of breakers and the cross-section conductors.

The specifier should state the prospective short-circuit current (I_{cp}) applicable at the incoming terminals of the assembly.

6.3 Prospective short-circuit current in the neutral

In three-phase circuits, the neutral fault current is reduced relative to the three-phase short-circuit current by the impedance in the neutral circuit. In a typical network the neutral short-circuit current does not exceed 60 % of the three-phase value.

Where a neutral conductor exists within the circuit and the neutral prospective short-circuit current exceeds 60 % of the three-phase short-circuit current, the specifier should state the value of the neutral short-circuit current capability required.

6.4 Prospective short-circuit current in the protective circuit

As in the case of the neutral circuit, the prospective short-circuit current in the protective circuit is reduced, relative to the three-phase value, by the impedance in the protective circuit. Hence, the protective circuit requires the same consideration as the neutral circuit (see 6.3). However, the impedance of the protective circuit should always be sufficiently low to enable the protection to operate when there is an earth fault. In particular, this requirement needs to be taken into account with long runs of cables and busbar trunking systems to provide the correct protection. For this a protection study needs to be performed by the installation designer.

6.5 Short-circuit protective device (SCPD)

The specifier can indicate that the incoming short-circuit protective device (SCPD) is to be included in the assembly, or that it is to be external to the assembly. Alternatively, the manufacturer's recommendation may be accepted.

For assemblies with a short-circuit protective device incorporated in the incoming unit, the specifier should provide the prospective short-circuit current value that can occur at the incoming terminals of the assembly.

In turn, the manufacturer will provide documentation or labelling (marking) of the incoming unit indicating the assembly's short-circuit withstand capability as protected by the incoming functional unit.

If a circuit-breaker with time-delay release is used as the short-circuit protective device, the manufacturer will state the maximum time-delay and the current setting corresponding to the indicated prospective short-circuit current.

For assemblies where the short-circuit protective device is not incorporated in the incoming unit, the manufacturer will indicate the short-circuit withstand capability in one or more of the following ways:

- a) rated short-time withstand current (I_{cw}) together with the associated duration, and
- b) rated peak withstand current (I_{pk}), or
- c) rated conditional short-circuit current (I_{cc}), together with the type and settings of the necessary SCPD, or, alternatively the breaking capacity, current limitation characteristic I^2t and let through current (I_{lt}) of the specified SCPD.

For an assembly having several incoming units which are unlikely to be in operation simultaneously, the short-circuit withstand strength can be indicated for each of the incoming units in accordance with the above.

See 6.7 for information concerning an assembly with several incoming units which are likely to be in operation simultaneously or having one incoming unit and one or more outgoing high-power units likely to contribute to the short-circuit current.

The specifier should state any additional protective functions required of the incoming short-circuit protective device, such as assembly overload protection or any supplementary protection such as internal arc-fault limitation.

The conditional short-circuit current of a circuit of an assembly (I_{cc}) recognises that current-limiting SCPDs can reduce the short-circuit stresses downstream of the SCPD within the assembly. With respect to outgoing circuits, the energy let-through is to be withstood by the cables and equipment and is determined by the characteristics of the SCPD.

Specifiers should be aware that some short-circuit protective devices are not suitable for operation by ordinary persons, for example circuit-breakers according to IEC 60947-2, some fuses according to IEC 60269-2.

6.6 Coordination of short-circuit protective devices including external short-circuit protective device details

It is assumed the specifier will have conducted a network design study and determined the type of protection devices necessary and included appropriate details in their specification.

Switching devices and components incorporated in assemblies have to comply with the relevant IEC standards.

The manufacturer has to select the switching devices and components to be suitable for the particular application with respect to the external design of the assembly (e.g. open type or enclosed), their rated voltages, rated currents, rated frequency, service life, making and breaking capacities, short-circuit withstand strength, etc.

Any switching devices and components having a short-circuit withstand strength and/or a breaking capacity rating lower than the fault current likely to occur at the place of installation, need to be adequately protected by means of current-limiting protective devices, for example fuses or circuit-breakers.

Coordination of switching devices and components, for example co-ordination of motor starters with short-circuit protective devices, have to comply with the relevant IEC standards.

If the operating conditions require maximum continuity of supply, the settings or selection of the short-circuit protective devices within the assembly have to, where possible, be so graded that a short-circuit occurring in any outgoing branch circuit is cleared by the switching device

installed in the faulted branch circuit without affecting the other outgoing branch circuits, thus providing selectivity of the protective system. For more information, see IEC TR 61912-2.

The coordination of protective devices should be the subject of an agreement between the manufacturer and the specifier. Information given in the manufacturer's documentation may take the place of such an agreement.

6.7 Data associated with loads likely to contribute to the short-circuit current

An assembly can have several incoming units which are likely to be in operation simultaneously and one or more outgoing high-power units likely to contribute to the short-circuit current. In such cases, the specifier should provide appropriate data for the circuits concerned. The manufacturer will then determine the values of the prospective short-circuit current available to each incoming unit, each outgoing unit and the busbars, and provide the assembly accordingly.

6.8 Multiple supplies

The specifier should advise the assembly manufacturer when an assembly will be connected to multiple incoming supplies (two transformers, solar, wind, battery, etc.). Also, the specifier should advise the manufacturer of any circuits that can be used as both an incoming and outgoing circuit, for example a prosumer's installation. Any specific labelling requirements should then be agreed between the specifier and manufacturer. Usually these will, as a minimum, be in accordance with the applicable part of the IEC 60364 series or local wiring installation rules.

7 Protection of persons against electric shock

7.1 General

Many of the requirements described in this document contribute to the capability of the assembly to provide protection of persons against electric shock in accordance with IEC 60364-4-41. These include relevant characteristics of the installation environment, operating arrangements, maintenance and upgrade capabilities, current carrying capability, and short-circuit withstand capability.

In addition, the methods used for protection against contact with live parts are integral to the protection of persons against electric shock; these are described in terms of:

- basic protection (protection against direct contact);
- fault protection (protection against indirect contact).

If the assembly contains items of equipment that can have steady-state touch current and charges after they have been switched off (capacitors, etc.), a warning label is provided.

The means of providing protection against electric shock, including the integration of the assembly into the installation, are given in IEC 60364-4-41. In addition, fault protection will be provided by the assembly. In some instances, the means of fault protection may be selected from standard options. Where this is the case, the specifier should state any preference they can have for one of these standard options detailed below.

7.2 Basic protection (protection against direct contact)

7.2.1 General

Basic protection is intended to prevent direct contact with hazardous live parts. It can be achieved either by appropriate constructional measures within the assembly itself, or by additional measures taken during installation, for example installation in a location where access is only permitted for authorized personnel.

Different relevant product parts of the IEC 61439 series define different minimum requirements, depending on the typical applications of the particular product.

The manufacturers will select constructional measures to achieve basic protection, using one or both of the protective measures detailed below.

7.2.2 Basic insulation provided by insulating material

Hazardous live parts have to be completely covered with solid insulation that can only be removed by the use of a tool or through destruction. The insulation is required to be made of suitable materials capable of fulfilling their intended function (withstanding the mechanical, electrical and thermal stresses to which the insulation is likely to be subjected in normal service) for the anticipated life of the assembly.

Specifiers who require "insulated busbars" need to determine the objective in insulating the busbars (e.g. protection against electric shock, reduction in the risk of an internal arc being initiated (see D.2.1)) and inform the manufacturer, in order that the manufacturer can provide an appropriate solution.

7.2.3 Basic insulation by barriers or enclosures

Air insulated live parts will be inside enclosures or behind barriers providing at least a degree of protection of IPXXB. Horizontal top surfaces of accessible enclosures having a height not exceeding 1,6 m above the standing area, will provide a degree of protection of at least IPXXD as they are readily accessible and more susceptible to entry of small objects and tools held by personnel.

In the case of wall mounted assemblies, where not otherwise defined, the specifier should indicate the intended mounting height of the assembly.

The manufacturer may construct the assembly so as to enable it to be opened or barriers be removed for maintenance (see Clause 12). With such an arrangement, at least one of the following conditions will apply:

- a) a key or tool is required to open the door, remove the cover or override an interlock;
- b) isolation of the supply to live parts that are protected by the barriers or enclosures is required before the enclosure can be opened, or the barriers removed. In addition, it should not be possible to restore the supply until the enclosure has been closed and/or the barriers replaced;
- c) an intermediate barrier providing a degree of protection of at least IPXXB prevents contact with live parts, the removal of the barrier requiring the use of a key or tool.

Where appropriate, insulation of hazardous live parts or a device's integral insulated housing can form a barrier.

7.3 Fault protection (protection against indirect contact)

7.3.1 General

Fault protection is intended to protect against the consequences of a fault within the assembly and those of a fault within an external circuit supplied through the assembly. The assembly will normally include protective measures and be suitable for installation in a network designed to be in accordance with IEC 60364-4-41. Protective measures suitable for other types of installation should be subject to agreement between the manufacturer and the specifier.

For fault protection, at least one of the three protective measures detailed in 7.3.2 to 7.3.4 should be used.

7.3.2 Requirements for the protective conductor to facilitate automatic disconnection of the supply

7.3.2.1 Faults within the assembly (assembly with class I protection)

Each assembly will include a protective means such that, in the event of a fault within the assembly, it automatically initiates disconnection of the supply to a faulted circuit and/or the complete assembly.

For an adequate protective circuit all exposed conductive parts of the assembly will be interconnected together, noting the following:

- a) when a part of the assembly is removed, the protective circuits (earth continuity) for the remainder of the assembly should not be interrupted;
- b) for lids, doors, cover plates and the like, the usual metal screwed connections and metal hinges are considered sufficient to provide continuity when there is no electrical equipment exceeding the limits of extra-low-voltage attached to them.

If apparatus with a voltage exceeding the limits of extra-low-voltage are attached to lids, doors, or cover plates, additional measures will be taken to provide earth continuity. A protective conductor (PE) or an equivalent electrical connection specifically designed and verified for this purpose will be used.

Exposed conductive parts of a device that cannot be connected to the protective circuit by the fixing means of the device will be connected to the protective circuit of the assembly by a conductor of adequate cross-sectional area.

Certain minor exposed conductive parts (small parts not exceeding 50 mm × 50 mm) of an assembly that do not constitute a danger need not be connected to a protective conductor. This applies to screws, rivets, nameplates, parts of small devices, and similar.

The connection of an exposed conductive part to the incoming protective circuit is considered sufficient if the resistance of this connection is less than 0,1 Ω .

7.3.2.2 Faults in external circuits supplied through the assembly (assembly with class I or class II protection)

The protective circuit within an assembly will in the majority of installations form an integral part of the protective circuit for a circuit downstream of an assembly. Any current in the protective circuit downstream of the assembly will pass through the protective circuit until interrupted by the short-circuit protective device, within the assembly, thereby protecting the faulted circuit.

Hence, the manufacturer will provide a protective circuit within the assembly that is capable of withstanding the highest thermal and dynamic stresses that can occur at the place of installation of the assembly, for faults in external circuits supplied through the assembly. The protective circuit provided can be the assembly's enclosure or frame and/or a separate conductor.

With the exception of the instances mentioned below, the protective conductors within an assembly will not include a disconnecting device (switch, disconnector, etc.):

- removable links are permitted in the protective conductor, but they should only be removable by means of a tool, and only accessible by authorised personnel;
- plug-and-socket devices may only interrupt the protective circuit after the live conductors have been interrupted, and continuity of the protective circuit should be established before the live conductors are reconnected.

7.3.3 Electrical separation

Protection by electrical separation means that there is no path, with a single fault, for a current to flow in the event of failure of basic insulation within the assembly or a circuit downstream of the assembly. Contact with exposed conductive parts, which can be energized as a result of a fault, will not result in an electric shock.

Usually, the separated circuit is supplied via an isolating transformer, the secondary winding of which is not connected to earth. Specifiers considering this form of protection should be fully aware of its benefits and limitations and specify their requirements accordingly.

7.3.4 Class II protection (double or reinforced insulation)

Protection by double or reinforced insulation is a means of providing adequate protection against electric shock without the need for an accessible protective circuit. With this alternative form of construction, the equipment is totally insulated and has no exposed conductive parts. Hence, contact with such an assembly cannot result in an electric shock.

Assemblies protected by double or reinforced insulation can lead to greater continuity of supply as earth faults are precluded. However, it is possible that a first fault will not be detected without some form of monitoring. Some local regulations state double or reinforced insulation for assemblies.

The construction of assemblies that are protected by double or reinforced insulation requires specific features so that adequate protection against electric shock is provided under all anticipated operating conditions.

Specifiers considering this form of protection against indirect contact should understand its benefits and limitations and specify it when appropriate.

8 Installation environment

8.1 General

The installation environment of an assembly defines the ambient conditions at the place of installation, detailing operating conditions such as the presence of liquids, foreign bodies, mechanical impact, UV radiation, solar irradiance, corrosive substances, temperature, humidity, pollution, altitude, and electromagnetic compatibility (EMC).

Assemblies conforming to the IEC 61439 series are intended for use under the normal service conditions detailed in each clause of this document. For each condition considered, a typical value is nominated, or options defined. Where options are listed the specifier should state the option that fulfils their needs. Where more onerous or any special service conditions exist, the specifier should inform the manufacturer of such exceptional service conditions.

In addition, the specifier should advise the manufacturer of any material preferences or restrictions, for example, if the installation requires halogen-free material or silicone free materials.

8.2 Location type

An assembly may be specified as being suitable for either indoor or outdoor locations.

The selection of an indoor or outdoor location varies the standard conditions for:

- protection against ingress of solid foreign bodies or water (see 8.3);
- exposure to radiation (see 8.5);

- ambient temperature (see 8.7); and
- relative humidity (see 8.8).

It can also vary the requirements for:

- external mechanical impact (see 8.4);
- corrosion (see 8.6);
- pollution degree (see 8.9); or,
- any of the special service conditions (see 8.12).

Where the specifier states an outdoor location, consideration should be given to the installation environment (rain, solar effects, wind, snow, ice).

The specifier should state which type of location is applicable.

8.3 Protection against access to hazardous parts, ingress of solid foreign bodies and ingress of water (IP code)

The degree of protection provided by any assembly against contact with live parts, ingress of solid foreign bodies and water is indicated by the IP code according to IEC 60529.

Specifiers may state an IP code for the assembly suitable for their application. Further details and typical IP codes for various applications are given in Table 1, Table 2 and Table 3.

The degree of protection of an enclosed assembly will be at least IP2X, after installation in accordance with the manufacturer's instructions. The degree of protection provided from the front of a dead front assembly will be at least IPXXB.

For assemblies for outdoor use having no supplementary protection, the second characteristic numeral will be at least 3.

NOTE For outdoor installations, protective canopy is an example of supplementary protection.

Unless otherwise specified, the degree of protection indicated by the manufacturer applies to the complete assembly when installed in accordance with the manufacturer's instructions. Where the assembly does not have the same IP rating throughout, the manufacturer will declare the IP rating for the separate parts.

For assemblies incorporating withdrawable parts, the degree of protection indicated for the assembly normally applies to the connected position of the withdrawable parts. The assembly manufacturer shall indicate the degree of protection obtained in the other positions and during the transfer between positions.

Assemblies with withdrawable parts can be designed such that the degree of protection applying to the connected position is maintained in the test and isolated positions. During transfer from one position to another the IP protection may not be maintained as the withdrawable portion, shutters, etc., are moving relative to each other with reference to the fixed portion.

Table 1 – IP codes, first numeral

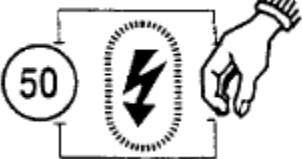
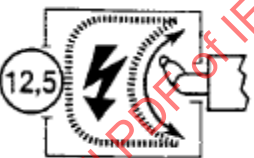
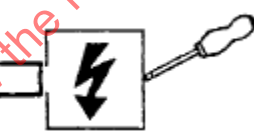
First numeral				
IP	Requirements for protection against ingress of solid objects	Protection of persons against access to hazardous parts with:	Representative illustration	Example
0	No protection	Non-protected		Open-type assemblies located in dedicated switch rooms with restricted access. Compartment of an assembly with the door open.
1	Full penetration of a 50 mm diameter and larger object not allowed	Back of hand		Assemblies located in switch rooms with restricted access.
2	Full penetration of a 12,5 mm diameter and larger object not allowed	Finger - shall have adequate clearance from hazardous parts		Assembly or part of an assembly with a ventilation grill located in areas with restricted access.
3	2,5 mm diameter and larger objects shall not penetrate.	Tool		Usual specification for a ventilated indoor enclosed assembly. Unrestricted access.
4	1,0 mm diameter and larger objects shall not penetrate.	Wire		Ventilated indoor enclosed assembly at higher risk of contamination. Unrestricted access.
5	Limited ingress of dust permitted (no harmful deposit impairing safety).	Wire		Assembly in dusty environment.
6	Totally protected against ingress of dust.	Wire		Assembly in an environment with conductive dust.

Table 2 – IP codes, second numeral

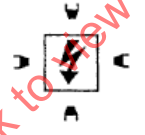
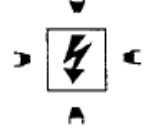
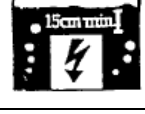
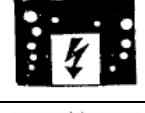
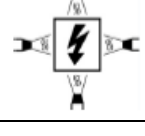
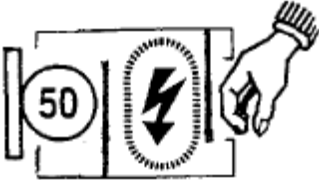
Second numeral				
IP	Requirements for protection against ingress of water	Representative illustration	Protection from water	Example
0	No protection.		Non-protected	Dry indoor environment.
1	Protected against vertically falling drops of water.		Vertical dripping	Room with condensation.
2	Protected against vertically falling drops of water with the enclosure tilted 15° from the vertical. Limited ingress permitted.		Vertical dripping	Assembly on a ship or a switchboard installed on slight angle (not vertical). IPX2 does not provide protection against water from fire sprinklers.
3	Protected against sprays to 60° from the vertical. Limited ingress permitted.		Limited spraying	Protection against rain ^a .
4	Protected against splashing from all directions. Limited ingress permitted.		Splashing from all directions	Rain and splashing from all directions ^a . Installation including low pressure water pipes that can 'burst'.
5	Protected against jets of water. Limited ingress permitted.		Hosing jets from all directions	Assembly in an area that is washed down, for example food processing plant.
6	Protected against strong jets of water. Limited ingress permitted.		Strong hosing jets from all directions	Assembly in an area that is pressure washed down, for example abattoir.
7	Protected against the effects of immersion between 15 cm and 1 m.		Temporary immersion	Potential flood area.
8	Protected against long periods of immersion under pressure.		Continuous immersion	Assemblies in areas subject to frequent immersion, for example underground link boxes.
9	Protected against high pressure and temperature water jets.		Strong hot water jets from all directions	Assemblies in car wash area.
^a Additional considerations are necessary for equipment suitable for outdoor use, for example UV stabilization, corrosion protection.				

Table 3 – IP codes, additional letter (optional)

Additional Letter (Optional)				
IP	Requirements	Protection of persons against access to hazardous parts with:	Representative illustration	Example
A For use with first numeral 0	Penetration of 50 mm diameter sphere up to a barrier shall not contact with hazardous parts.	Back of hand		Rarely used for assemblies.
B For use with first numerals 0 and 1	Test finger penetration to a maximum of 80 mm shall not contact hazardous parts.	Finger		Assemblies where protection against electric shock for skilled people is required, for example distribution substations.
C For use with first numerals 1 and 2	Wire of 2,5 mm diameter x 100 mm long shall not contact hazardous parts.	Tool		Assemblies where protection against electric shock for ordinary people is required, for example domestic distribution boards.
D For use with first numerals 2 and 3	Wire of 1,0 mm diameter x 100 mm long shall not contact hazardous parts.			Top surface of a distribution board or control desk.

8.4 External mechanical impact (IK code)

The IEC 61439 series uses a performance approach to define mechanical strength properties. This is an alternative to detailing a specific constructional design. It includes mechanical impact requirements that demonstrate appropriate mechanical performance of the enclosure.

When called for, resistance to mechanical impacts provides a minimum level of protection against knocks and bumps in service. The various parts of the IEC 61439 series approach this in different ways, depending on the application. For example:

- 1) IEC 61439-2 does not specify a minimum level of impact resistance as these assemblies are intended to be located in areas where there is some measure of control on who is exposed to the assembly. However, the specification of an IK code in accordance with IEC 62262 is optional.
- 2) A distribution board in accordance with IEC 61439-3 intended to be used by ordinary persons should have a minimum level of resistance to impacts (IK code in accordance with IEC 62262) for indoor and outdoor installations.
- 3) IEC 61439-5 and IEC 61439-7, which cover assemblies at higher risk of impact damage as they are installed on sidewalks and similar places where access by ordinary persons is not restricted, include specific and more onerous mechanical strength and impact requirements.

After the test there can be some superficial damage that does not affect the performance of the assembly, as defined in the relevant product part of the IEC 61439 series.

Unless otherwise stated in the relevant product part of the IEC 61439 series, the resistance to mechanical impact does not apply to relays, instruments, visual displays, etc., mounted on the external parts of the assembly.

8.5 Resistance to radiation

8.5.1 General

Solar radiation has two impacts on assemblies:

- 1) heating effect caused by the complete spectrum of sunlight, usually referred to as solar irradiance, and
- 2) UV radiation which has a shorter wavelength than that of visible light and can degrade synthetic material.

Any other type of radiation is considered as a special service condition and is subject to an agreement between specifier and manufacturer.

8.5.2 Solar irradiance

Solar irradiance is the power per unit area received from the sun in the form of electromagnetic radiation. It has the effect of adding heat to assemblies exposed to direct sunlight. With the exception of assemblies for photovoltaic (PV) applications, this phenomenon is not addressed in the IEC 61439 series. It is a matter for agreement between specifier and manufacturer as to how the effects are accommodated, for example, sunshade, de-rating, loading relative to the timing of the solar effects.

8.5.3 Ultraviolet (UV) radiation

Many natural and synthetic polymers are degraded by ultraviolet radiation. Products using these materials can crack or disintegrate if UV stability is not provided.

The enclosures of outdoor assemblies in accordance with the IEC 61439 series which are intended to be exposed to direct sunlight and which are constructed of synthetic material or manufactured from metal that is coated with synthetic material are verified to be resistant to UV radiation. The level of resistance is sufficient for satisfactory performance in temperate climates. When an assembly is subject to intense sunlight, the specifier should state their requirements and agree to the means of providing any higher levels of resistance to UV radiation with the manufacturer.

If indoor assemblies are subject to sunlight, for example in a greenhouse, the harmful parts of UV rays are normally filtered out by the glass.

8.6 Resistance to corrosion

To demonstrate resistance to corrosion, design verification tests in accordance with the IEC 61439 series are carried out on representative samples or parts of the assembly to recognised standards. The tests are accelerated life tests, which use chemicals and processes to simulate in a short time exposure of the assembly to a normal atmosphere for its intended life.

All assemblies are required by the standard to be resistant to a basic level of corrosion. Two levels are included for ferrous metallic parts:

- 1) severity A – indoor equipment and the internal parts of outdoor equipment, and
- 2) severity B – external parts of outdoor equipment located in normal environments.

For outdoor equipment, where exceptionally long service without maintenance is required, or where particularly onerous conditions prevail (for example, exposure to sea spray), additional protection and/or measures can be necessary. The specifier should state such exceptional requirements and agree to the means of providing adequate corrosion protection with the manufacturer, for example, use of stainless-steel enclosures in shoreline applications.

The resistance to corrosion considered above is focussed on ferrous parts. Other corrosions due to chemical substances are considered as special service conditions.

8.7 Ambient air temperature

Unless otherwise agreed, assemblies in accordance with the IEC 61439 series are designed to be operated over a range of ambient temperatures:

- for indoor installations:
 - lower limit: $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - upper limit: $40\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - daily average maximum: $35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- for outdoor installations:
 - lower limit: $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - upper limit: $40\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - daily average maximum: $35\text{ }^{\circ}\text{C}$

The standards recognise that many assemblies are installed in temperatures outside the range detailed above. In particular assemblies installed in higher or lower ambient temperatures are accommodated within the standard.

In general, a manufacturer will, by the application of de-rating where necessary, ensure the total temperatures does not exceed those stipulated for the normal operating condition. For example:

- the maximum permissible cable terminal temperature rise is 70 K in a daily average ambient temperature of $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Therefore, the maximum permissible total daily average temperature of cable terminals is $105\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- to maintain the same total temperature in a daily average temperature of $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ the maximum temperature rise for cable terminals is: $(105 - 45) = 60\text{ K}$.

NOTE Actual temperatures of assemblies including covers and handles are high. The temperature rise is the difference between the operating temperature of the part of the assembly and the air temperature surrounding the assembly.

To take account of higher ambient temperatures, temperature rises are reduced by the difference between the daily maximum average ambient temperature in the standard and the daily average ambient temperature prevailing at the site. As some assembly parts according to IEC 61439 standards have a low maximum temperature rise, for example handles made of metal which are limited to 15 K, some discretion on this approach is necessary for assemblies to be used in high ambient temperatures.

8.8 Maximum relative humidity

Humidity is the amount of water vapour present in the air. Relative humidity is the water vapour present in the air compared with the maximum possible (total saturation) expressed as a percentage. As the amount of water vapour to achieve total saturation in a given volume of air increases with temperature, relative humidity is temperature dependent.

The air within and around the assembly always contains some moisture and under certain temperature and humidity conditions, condensation is likely to occur. Contaminated moisture

can increase the likelihood of tracking on insulation, reduces the dielectric strength of the air, and it can be absorbed by some insulating materials leading to insulation breakdown.

Assemblies are designed to be suitable for operation in conditions where the humidity is as follows:

- for indoor installations:
upper limit: 57 % at 40 °C for clean air;
higher relative humidity may be permitted at lower temperatures, for example 95 % at -5 °C to +30 °C. Moderate condensation which can occasionally occur due to variations in temperature is taken into account;
- for outdoor installations:
upper limit 100 % at -25 °C to +27 °C.

If more onerous conditions apply, the specifier should state these. The effects of high humidity and condensation can be mitigated by increased creepage and clearance distances, ventilation, use of heaters to increase temperature and stimulate air flow, hygroscopic resistant insulation, etc.

8.9 Pollution degree

It is expected that, depending on the place of installation, the air surrounding and within the assembly will contain a level of pollution. Environmental conditions at the place of installation are regarded as "macro-environment", whereas the "micro-environment" refers to conditions within the assembly. The specifier shall state the pollution degree outside the assembly at the place where it will be installed. Depending on the protection offered by the assembly enclosure, the assembly manufacturer will then derive the pollution degree in the micro-environment inside the assembly.

The following four degrees of pollution are established to describe the severity:

- Pollution degree 1:
No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs. The pollution has no influence.
- Pollution degree 2:
Only non-conductive pollution occurs except that occasionally a temporary conductivity caused by condensation is to be expected.
- Pollution degree 3:
Conductive pollution occurs or dry, non-conductive pollution occurs which is expected to become conductive due to condensation.
- Pollution degree 4:
Continuous conductivity occurs due to conductive dust, rain or other wet conditions.

When particular conditions exist in the installation site, the specifier should state the pollution degree for the macro-environment: 1, 2, 3 or 4. Unless otherwise stated by the specifier, the manufacturer will provide an assembly suitable for;

- industrial applications: pollution degree 3;
- household and similar applications pollution degree 2.

NOTE 1 As the micro-environment within the assembly can differ from the macro-environment, the manufacturer derives the pollution degree in the micro-environment inside the assembly. This is the basis for evaluating the clearances and creepage distances within the assembly and the selection of suitable devices and components to incorporate in the assembly.

NOTE 2 The effects of higher levels of pollution in the macro-environment can be mitigated by the use of enclosures offering higher levels of IP protection, increased creepage distances, insulating material with a higher comparative tracking index, etc.

8.10 Altitude

Altitude affects assembly performance. At higher altitudes the air is less dense and in the case of outdoor assemblies the UV radiation can be more intense.

As the air is less dense at higher altitudes:

- 1) it is less effective in cooling the assembly: current de-rating can be necessary;
- 2) its dielectric strength is reduced: switching capabilities can be reduced and clearances distances could have to be increased.

Unless advised otherwise by the manufacturer, assemblies are designed to operate at altitudes less than or equal to 2 000 m above sea level. There can be exceptions where the equipment is only suitable for lower altitudes; for example, some electronic equipment when used at altitudes above 1 000 m can need derating to take account of the reduction of the cooling effect of the air.

The specifier should state in their specification when the installation site for the assembly exceeds 2 000 m above sea level, thereby enabling the manufacturer to supply suitable equipment. This can require, for example, de-rating, taking into account the possibility of increased condensation, etc.

For outdoor applications, and by agreement between the user and manufacturer, the reduced cooling effects at higher altitudes can in some instances be offset by the lower average ambient air temperature.

8.11 Electromagnetic compatibility (EMC)

Assemblies need to be tolerant of all electromagnetic disturbances of other equipment complying with the same EMC requirements applicable at the location where they are installed. Equally, they should not emit disturbances that cause interferences to anything else that can be located nearby. In general, according to the IEC 61439 series, assemblies are not tested with respect to EMC. Usually, the manufacturer will select components that have been verified in accordance with their relevant product standards, and then install them in strict compliance with the device manufacturer's instructions in order to achieve presumption of compliance.

For the majority of assembly applications two sets of environmental conditions are considered:

- a) Environment A: relates to a power network supplied from a high or medium voltage transformer dedicated to the supply of an installation feeding a manufacturing or similar plant and intended to operate in or in proximity to industrial locations, as described below. This applies also to apparatus which is battery operated and intended to be used in industrial locations.

The environments encompassed are industrial, both indoor and outdoor.

Industrial locations are in addition characterized by the existence of one or more of the following examples:

- industrial, scientific and medical (ISM) apparatus (as defined in CISPR 11);
- heavy inductive or capacitive loads are frequently switched;
- currents and associated magnetic fields are high.

NOTE 1 Environment A is covered by the generic EMC standards IEC 61000-6-2 and IEC 61000-6-4.

- b) Environment B: relates to low-voltage public mains networks or apparatus connected to a dedicated DC source which is intended to interface between the apparatus and the low-voltage public mains network. It applies also to apparatus which is battery operated or is powered by a non-public, but non-industrial, low-voltage power distribution system if this apparatus is intended to be used in the locations described below.

The environments encompassed are residential, commercial and light-industrial locations, both indoor and outdoor. The following list, although not comprehensive, gives an indication of locations which are included:

- residential properties, for example houses, apartments;
- retail outlets, for example shops, supermarkets;
- business premises, for example offices, banks;
- areas of public entertainment, for example cinemas, public bars, dance halls; outdoor locations, for example petrol stations, car parks, amusement and sports centres;
- light-industrial locations, for example workshops, laboratories, service centres.

Locations which are characterized by being supplied directly at low-voltage from the public mains network are considered to be residential, commercial or light-industrial.

NOTE 2 Environment B is covered by the generic EMC standards IEC 61000-6-1 and IEC 61000-6-3.

The specifier should state a requirement for either Environment A or B.

If an assembly specifically intended for Environment A is to be used in Environment B, the manufacturer will include the following (or the equivalent) warning in the operating instructions:

CAUTION

This product has been designed for Environment A. Use of this product in Environment B may cause unwanted electromagnetic disturbances in which case the specifier may be required to take adequate mitigation measures.

The measures to be taken, if any, with regard to EMC associated with the installation, operation and maintenance of the assembly will be specified in the manufacturer's instructions.

8.12 Special service conditions

8.12.1 General

Every assembly should be suitable for its environment and where necessary, consideration should be given for providing an environment in line with the requirements for a standard assembly. Where this is not practical to create the "standard" environment, the assembly will need additional or different features and the cost of the assembly is likely to increase. Installation of a standard assembly in special service conditions may not be appropriate and can lead to failure or reduced service life.

Special service conditions are those where either:

- a) the standard conditions are varied, but the assumptions concerning the environment's influence on the assembly remain consistent with those of the standard conditions, or
- b) the standard conditions are varied and the assumptions concerning the environment's influence on the assembly are not consistent with those of the standard conditions.

Variances of type a) are dealt with in 8.3 to 8.11.

Subclause 8.12 considers variances of type b). Specific examples are included in 8.12.2 to 8.12.8. Generally, the specifier should state any special service conditions that will be present at the place of installation and which can affect the performance of the assembly; for example, the current carrying capacity of equipment can be affected if it is built into machines or recessed into walls.

8.12.2 Climatic conditions

The specifier should state the presence of any special climatic conditions at the installation site.

Examples can be:

- such variations in temperature and/or air pressure take place so that temporary exceptional condensation is likely to occur inside the assembly;
- exposure to extreme climatic conditions is expected.

8.12.3 Protection against ingress of solid foreign bodies and ingress of water (IP code)

The specifier should state where any special requirements for protection against ingress of solid foreign bodies or water apply.

Examples can be:

- heavy pollution of the air by dust, smoke, corrosive or radioactive particles, vapours or salt;
- attack by fungus or small creatures.

8.12.4 Shock, vibration, seismic occurrence and external mechanical impact (IK code)

The specifier should state where any special requirements for resistance to shock, vibration, or mechanical impact apply.

Examples can be:

- exposure to heavy vibration or shock, and the associated frequency, such as might be associated with transport, industrial, or mining applications;
- exposure to high energy impacts.

When required, additional guidance can be obtained from the IEC 60068 series of standards and IEC TR 60721-4 series of standards.

8.12.5 Fire and explosion hazards

Where there is a risk of fire or explosion, particular legislation or special rules, for example ATEX for explosive atmospheres, can apply. The specifier should state where there is any special risk of fire or explosion.

Examples can be:

- the presence of explosive atmospheres;
- possibility of exposure to fire.

8.12.6 Exceptional overvoltages

Exceptional overvoltages can occur in some networks as a result of extreme switching transients, lightning, etc. Where the isokeraunic level is high, and/or high-level switching transient is expected, special precautions are necessary to provide satisfactory performance. These measures can include a higher impulse withstand capability or the use of surge protective devices (SPDs).

The specifier should state any exceptional overvoltages that can be present in their network to which the assembly can be exposed, other than those described in 5.4 and 5.5.

8.12.7 Polluted atmospheres

Materials such as aluminium, copper, silver and tin commonly used in assemblies can have issues in a particular environment: for example, in a sulphurous atmosphere silver whisker can grow that can bridge clearances and cause a flashover, or copper or silver sulfide layers can form which result in higher contact resistances. The specifier should advise the manufacturer of the presence of any unusual concentrations of chemicals in the atmosphere at the site where the assembly is to be installed and agree upon special measures, if any, necessary to avoid issues.

8.12.8 EMC environment

The specifier should state where any special EMC environment applies.

Examples can be:

- exposure to strong electric or magnetic fields;
- exposure to electromagnetic disturbances in environments other than those described by Environment A or Environment B (see 8.11).

It can be necessary in certain installations (for example, those involving high-speed data networks, radiology apparatus, workstation monitors, etc.) to know the strength of the power frequency magnetic field in the vicinity of a busbar trunking unit or high-current conductors. A method for measurement and calculation of the modulus of the magnetic field around a busbar trunking unit is given in IEC 61439-6.

9 Installation method

9.1 General

The installation method of an assembly, how it will be positioned, mounted, and connected at the place of installation has a significant impact upon the design and overall arrangement of the assembly. Whilst an assembly can be designed with some flexibility for common installation methods, specific applications differ in their requirements. The manufacturer needs to be informed of any special requirements of the specifier. The specifier should state connection details, location, physical size of the place of installation, external conductors, and other similar aspects.

The manufacturer will provide installation instructions detailing, where applicable, how to mechanically and electrically couple assemblies delivered in transport sections, and the accuracy of foundations and/or fixings required. These should be adhered to if the designated performance of the assembly is to be achieved.

In some countries, strict adherence to the manufacturer's installation instructions is mandated by legislation or directives. Where this is the case, the specifier should advise the manufacturer accordingly.

9.2 Assembly type

Various arrangements and configurations of assembly are available; several basic standard external designs are identified below:

- open-type assembly;
- dead-front assembly;
- enclosed assembly;
- cubicle-type assembly;
- multi-cubicle-type assembly;

- desk-type assembly;
- box-type assembly;
- multi-box-type assembly;
- wall-mounted surface type assembly;
- wall-mounted recessed type assembly.

Typical mounting arrangements are floor standing (the assembly is mounted on the floor), or wall mounted.

Where the installation method requires a specific assembly arrangement, specifiers should state their requirements.

9.3 Portability

An assembly can be stationary (fixed at its place of installation), or movable (designed so that it can readily be moved from one place of use to another).

The specifier should state which is required. If not indicated otherwise, the manufacturer will assume the assembly is to be fixed in one location.

Where a movable assembly is specified, the specifier can also need to state the range of installation environment characteristics to which the assembly will be subjected (see Clause 8).

9.4 Maximum overall dimensions and weight

As part of the documents provided by the manufacturer, the conditions for the installation of the assembly including the overall size and weight are provided.

The specifier should state any particular requirements related to the application. For example:

- where the space available for the assembly is limited, the specifier should state the maximum dimensions permitted for the application;
- where the mounting structure on which the assembly is to be installed has limited capacity, the specifier should state the maximum weight allowed;
- where pillars, posts, or similar present a restriction for accessing the assembly, for example the opening of the assembly doors;
- where the location or opening of building doors and similar present some form of limitation.

9.5 External conductor type(s)

The specifier should state their requirements for conductor type for each circuit of the assembly, namely whether:

- cable;
- busbar trunking system; or
- other system.

The more specific the information provided (cable section, conductor material, insulation type, construction, etc.), the less likely there will be problems during installation.

The temperature performance of assemblies in accordance with the IEC 61439 series assumes the temperature of the conductors outside the assembly, in normal service, is a maximum of 70 °C. The manufacturer should be advised when higher conductor temperatures, such as those permissible with XLPE insulated cables, are going to be used. This can affect the performance of the assembly and in some instances, lead to de-rating of circuits.

In the absence of any specifier specification, the manufacturer will assume conductor temperatures outside the assembly will not exceed 70 °C and select terminals capable of accommodating cables relative to the circuit current.

It is accepted that when there is a maximum of 70 K temperature rise on the cable terminals, the conductor temperature for short distance from the terminals can exceed 70 °C. This is not an issue as the cores are spaced as they approach the terminals and will not degrade unacceptably. Therefore, cables with a maximum operating temperature of 70 °C are suitable for connecting to the terminals for external conductors of low-voltage switchgear.

9.6 Direction(s) of external conductors

The manufacturer is required to arrange openings for cable entries, cover plates, etc., so that when the cables are properly installed, the stated degree of protection is obtained. Where the specifier requires that external conductors enter the assembly from one or more specific directions (for example from the top, bottom, rear, front, or sides of the assembly), the specifier should state these requirements including which requirements apply to which circuits.

9.7 External conductor material

The manufacturer will indicate in the product documentation whether the terminals are suitable for connection of copper or aluminium conductors, or both. The terminals will be such that the external conductors may be connected by a means (screws, connectors, etc.) which applies and maintains the necessary contact pressure corresponding to the current rating and short-circuit strength of the circuit.

The specifier should state their requirements for conductor type for each circuit of the assembly, namely whether it is:

- copper;
- aluminium; or
- any other material.

In the absence of any specifier specification and unless otherwise indicated by the manufacturer, terminals will only be capable of accommodating copper conductors.

Where aluminium conductors are to be terminated, the type, size and termination method of the conductors should be specified by the specifier or agreed between the manufacturer and the specifier.

9.8 External line conductor, cross sections, and terminations

The manufacturer is required to design the assembly so that the available wiring space permits proper connection of the external conductors of the specified material and size, and in the case of multicore cables, spreading of the cores. The specifier should state the cross section and any special termination requirements for the line conductors of each external circuit.

In the absence of any specifier specification, terminals will be capable of accommodating conductors from the smallest to the largest cross-sectional areas corresponding to the appropriate rated current (see Annex A).

9.9 External PE, N, PEN, PEM, PEL conductors' cross sections, and terminations

The terminals for external protective conductors (PE, PEN, PEM, PEL) and metal sheathing of connecting cables (steel conduit, lead sheath, etc.) will, where required, be bare and, unless otherwise specified, suitable for the connection of copper conductors. A separate terminal of adequate size will be provided for the external protective conductor(s) of each circuit.

The specifier should state the cross section and any special termination requirements for the PE, N, PEM, PEL and PEN conductors of each external circuit. The specifier specification should detail any applications in which the current in the neutral conductor may reach high values (for example large fluorescent lighting installations, power electronic equipment such as drives, etc). In such cases a neutral conductor having the same or greater cross-sectional area than the line conductors may be necessary.

In the absence of any specifier specification:

- terminals for protective conductors will allow the connection of copper conductors having a cross section depending on the cross section of the corresponding line conductors;
- on three-phase and neutral circuits, terminals for the neutral conductor will allow the connection of copper conductors having a cross-sectional area:
 - equal to half the cross-sectional area of the line conductor, with a minimum of 16 mm², if the size of the line conductor exceeds 16 mm²;
 - equal to the full cross-sectional area of the line conductor if the size of the latter is less than or equal to 16 mm².

9.10 Special terminal identification requirements

Unless otherwise advised by the manufacturer or otherwise agreed with the specifier, identification of terminals will be in accordance with IEC 60445.

The terminals for external protective conductors will be marked according to IEC 60445. This can, for example, be achieved by using the following graphical symbol:  (IEC 60417-5019:2006-08). Alternatively, where the external protective conductor is intended to be connected to an internal protective conductor, the latter may be clearly identified with the colours green and yellow.

The specifier may state additional terminal identification requirements to suit their application.

10 Storage and handling

10.1 General

An assembly intended for a specific application needs to be configured to suit the intended method of transport from the place of manufacture to the place of installation, storage (if any), and handling. Unless otherwise agreed, any packing arrangement will only be for delivery to the installation site. Standard packing will not allow equipment to be stored outdoors without further protection.

10.2 Maximum dimensions and weight of transport units

As part of the documentation provided by the manufacturer, the conditions for the handling of the assembly including the size and weight of transport units are provided.

The specifier should state any particular constraints relating to the application.

10.3 Methods of transport (e.g. forklift, crane)

The location and installation of lifting means and the thread size of lifting attachments, if applicable, are given in the manufacturer's documentation or the instructions on how the assembly has to be handled.

The specifier should state any particular requirements related to the application where these differ from the manufacturer's normal practices.

NOTE In some countries there are regulations regarding transport of materials. Such regulations are followed during transport and loading/off loading. Such regulations might have different requirements in different countries.

10.4 Environmental conditions different from the service conditions

If the conditions during transport, storage and installation, for example temperature and/or humidity, differ from those defined for the operating environment, the specifier should state them.

10.5 Packing details

The specifier should state any particular requirements related to the application for the packing of the assembly for storage, and/or transport to the place of installation. Specific application requirements may include:

- special measures required from the packing to protect the assembly during transport or storage;
- the use of any specific packing materials;
- markings or indicators to record any excessive shock or vibration that the assembly is exposed to during transport;
- the maximum size or weight of packed transport units that can be handled during transport to the place of installation (which can differ from the transport units themselves).

11 Operating arrangements

11.1 General

Most, if not all assemblies, have a need for some form of visual interface or manual operation. This can include:

- reading visual signals from lights, displays, and screens;
- visual inspection of switching devices, settings and indicators;
- adjusting and resetting relays, releases and electronic devices;
- the use of operating handles, pushbuttons, toggle switches and similar devices.

For the purposes of this document, manual operation means operation by hand, with or without a tool.

11.2 Access to manually operated devices

The manufacturer is required to place, subject to the appropriate protection against electric shock, all manually operated components in an accessible position.

Additional protection against electric shock can be required for ordinary persons or they may be prevented from conducting some operations. Where the specifier does not indicate otherwise, the manufacturer will assume that the base of the assembly (point where the assembly attaches to the floor or some form of foundation) and the standing area, (place where the operator of the assembly normally stands) are at the same level. If this is not the case and the assembly is, for example, raised on a plinth, an agreement between the specifier and manufacturer is required on operating handle heights.

Unless the specifier states otherwise, the following accessibility requirements associated with floor-mounted assemblies apply:

- the terminals, excluding terminals for protective conductors, will be situated at least 0,2 m above the base of the assembly and, moreover, be so placed that the cables can be easily connected to them;

- indicating instruments that need to be read by the operator will be located within a zone between 0,2 m and 2,2 m above the base of the assembly;
- operating devices such as handles, pushbuttons, or similar will be located at such a height that they can easily be operated; this means that their centreline should be located within a zone between 0,2 m and 2 m above the base of the assembly;
- actuators for emergency switching devices (see IEC 60364-5-53:2019, 536.4.2) will be accessible within a zone between 0,8 m and 1,6 m above the base of the assembly.

The specifier should advise if different requirements and, in particular, if operation other than by a skilled or instructed person are required.

12 Maintenance and upgrade capabilities

12.1 General

Working on assemblies that are partly or fully energised is often covered by local legislation.

When not specified otherwise, the manufacturer will assume that the assembly is completely isolated for all maintenance and upgrade activities, including, specifically, that of extending the busbars. However, the insertion and removal of withdrawable devices, while the remainder of the assembly is energised, is generally acceptable providing interlocks ensure that the circuit is off load.

During the lifetime of an assembly, most will require maintenance, upgrade of equipment, and/or an extension. Usually these activities are carried out with the complete assembly isolated from the supply. When isolation is not feasible the specifier should detail their particular requirements, since the requirements necessary for safe working on partially energised assemblies are not fully detailed in the IEC 61439 series.

The following provides some guidance on how particular operations may be carried out with suitable precautions, and with a limited and defined part of the assembly isolated.

12.2 Requirements related to accessibility for inspection and similar operations

The specifier should state where inspection or similar operations are to be performed when the assembly is in service and energized.

Such operations can consist of:

- visual inspection of:
 - switching devices and other apparatus;
 - settings and indicators of relays, releases and meters;
 - conductor connections and marking;
- adjusting and resetting of relays, releases and electronic devices;
- replacement of fuse-links;
- replacement of indicating lamps;
- certain fault location operations, for example voltage and current measuring with suitably designed and insulated devices.

The specifier may state requirements for the types of electrical connections of the auxiliary circuits of fixed, removable, or withdrawable functional units or parts. The third letter of the three-letter code described in 12.6 is used.

The specifier may state that auxiliary circuits are either capable or not capable of being tested while the associated functional unit is in the test position.

12.3 Requirements related to accessibility for maintenance in service by authorized persons

If the specifier requires an assembly to be capable of maintenance by authorized persons while energized, it should be specified which is required: maintenance on an isolated functional unit or isolated group of functional units, with adjacent functional units or groups of functional units still energized, by the use of measures such as:

- suitable form of separation (IEC 61439-2);
- sufficient space between the actual functional unit or group and adjacent functional units or groups;
- use of barriers or obstacles designed and arranged to protect against direct contact with equipment in adjacent functional units or groups;
- use of terminal shields;
- use of compartments for each functional unit or group;
- insertion of additional protective means provided or specified by the manufacturer.

12.4 Requirements related to extension under voltage

There is no requirement in the product part of the IEC 61439 series for an assembly to be capable of extension under voltage. In general manufacturers recommend that extensions be carried out with the appropriate section of the assembly isolated. If the specifier requires an assembly to be capable of extension under voltage, the specifier should state the additional features required. These may include:

- sections equipped with busbars and enclosures made ready for extension to additional sections;
- circuit arrangements that permit some sections to be isolated whilst others are energized;
- particular constructional arrangements using some or all of barriers, compartments, obstacles, partitions, removable covers, doors, cover plates and covers.

There are no requirements for an assembly to incorporate unequipped spaces, partially equipped spaces, or fully equipped spare functional units. These are defined as follows:

- Unequipped space – a space within an assembly suitable for the future installation of a functional unit. Normally, the space is equipped with mountings for the intended functional unit, but it would not include distribution busbar connections, auxiliary wiring, switchgear and controlgear associated with the functional unit, mechanisms for withdrawal or removal of the functional unit, or the functional unit itself.
- Partially equipped space – a space within an assembly that is equipped with one or more of distribution busbar connections, auxiliary wiring, switchgear and controlgear associated with the functional unit, mechanisms for withdrawal or removal of the functional unit (but not the complete functional unit).
- Fully equipped spare functional unit – a complete functional unit within the assembly, which has no dedicated application at the initial installation but may be required for service at some time in the future.

If the specifier requires an assembly to be provided with any of these facilities, they should be specified.

12.5 Protection against direct contact with hazardous live internal parts during maintenance or upgrade

Specifiers should detail in their specification any maintenance and upgrades to be carried out while all or part of the assembly is energized. See also 12.3 and 12.4.

12.6 Method of functional unit connection

The specifier has the opportunity to specify the means of connecting functional units within the assembly. The options are denoted by a three-letter code:

- the first letter denotes the type of electrical connection of the main incoming supply to the functional unit;
- the second letter denotes the type of electrical connection of the main outgoing supply from the functional unit;
- the third letter denotes the type of electrical connection of the auxiliary circuits.

Each of the three letters in the code is selected from the following and is determined by the type of connection required:

- F for fixed connections (bolted or similar connection that cannot be disconnected while the connection is under voltage);
- D for disconnectable connections (insulated connection that is disconnected by hand, possibly requiring the use of a tool, while the circuit is under voltage but not under load);
- W for withdrawable connections (connections that are an integral part of a withdrawable unit and which are to be connected and disconnected under voltage but not under load (on load operation is prevented by interlocks) when the withdrawable unit is inserted and removed).

As an example, a removable functional unit having withdrawable supply connections, fixed outgoing connections and disconnectable auxiliary circuits would be allocated the code WFD.

12.7 Operating and maintenance gangways within an assembly

Operating and maintenance gangways within an assembly are not normally used in assemblies manufactured today. When they are used, they should comply with the requirements for basic protection (see 7.2). The requirement for such gangways should be stated by the specifier and, where required, the design and construction agreed with the manufacturer.

Recesses within an assembly of limited depth, in the order of 1 m, are not considered to be gangways.

12.8 Internal separation (only relevant for assemblies in accordance with IEC 61439-2)

12.8.1 Fundamentals of separation

Typical arrangements of internal separation by barriers or partitions are described in Table B.1 and are classified as forms (for diagrammatical representations see Annex B).

According to IEC 61439-2:2020, 8.101, "Internal separation may be used to attain one or more of the following conditions between functional units, separate compartments or enclosed protected spaces:

- protection against contact with hazardous parts. The degree of protection shall be at least IPXXB;
- protection against the passage of solid foreign bodies. The degree of protection shall be at least IP2X.

Unless otherwise agreed between the user and the manufacturer, when the form of internal separation is higher than 1, all parts within the functional unit compartment that remain live when the functional unit is switched off shall be protected to at least IPXXB. This requirement only applies when the removable cover or door, as used for normal access to the functional unit, is opened.

NOTE 1 The degree of protection IP2X covers the degree of protection IPXXB. IP2X requires the prevention of entry of solid foreign bodies and the contact with hazardous parts.

NOTE 2 Separation can be achieved by means of partitions or barriers (metallic or non-metallic), insulation of live parts or the integral housing of a device e.g. a moulded case circuit-breaker.

If the application requires the forms of internal separation to be higher than IPXXB (IP code), it shall be specified by the user."

These are much less precise requirements than normally expected in a standard. The forms of separation given are only typical and are subject to agreement between the specifier and the manufacturer.

Unless a specific arrangement of separation is agreed between the specifier and manufacturer, it is the manufacturer's responsibility to provide the defined level of separation achieved by the most appropriate means. The standard does not specify how separation is to be achieved.

The principal reason for separating an assembly is to facilitate access to a part of the assembly whilst other parts may remain energised and in service. Whilst, in general, separation does not improve the electrical performance of the assembly it does provide increased

- protection against contact with live parts belonging to the adjacent functional units,
- protection against the passage of solid foreign bodies from one unit of an assembly to an adjacent unit.

Verification of separation is by application of the appropriate IP test to IEC 60529 (at least IPXXB and/or IP2X).

12.8.2 Considerations when determining a form of separation

Choosing the most appropriate form of separation for an assembly is a safety consideration and not an easy decision. In specifying a form of separation the following should be considered:

- Legal requirements in respect of working on energised equipment. These always take precedence over the standard and can exclude working on energised equipment in some circumstances and/or require particular safety requirements, for example personnel protective equipment (PPE) to be observed when working on or near energised equipment.
- Possibility to isolate the complete assembly when work has to be undertaken on the assembly. (In respect of safety, this should always be the preferred option.)
- Reasons for accessing an assembly that is partially energised, for example making adjustments, testing, maintenance, connecting one circuit with adjacent circuits in service.
- The nature of the work to be carried out when the equipment is partially energised, for example use of large tools, termination of large or small cables. This can determine the mechanical properties of the separation required.
- Skill of people conducting the work, the PPE to be provided and the safe working practices to be observed.
- Sections or sub-sections within an assembly can offer different forms of internal separation.

Separation within an assembly

- is not intended to prevent the spread of an internal arcing fault within an assembly unless specifically designed to do so;
- does not eliminate the need to conduct an appropriate risk assessment prior to conducting any work on a partially energised assembly in order to provide for safe working.

It should also be noted that in respect of separation:

- modifications to the mechanical structure of a partially energised assembly, for example cutting, drilling and similar, are not considered;
- control circuit voltages can be sufficiently low that they do not need to be separated for safe working;

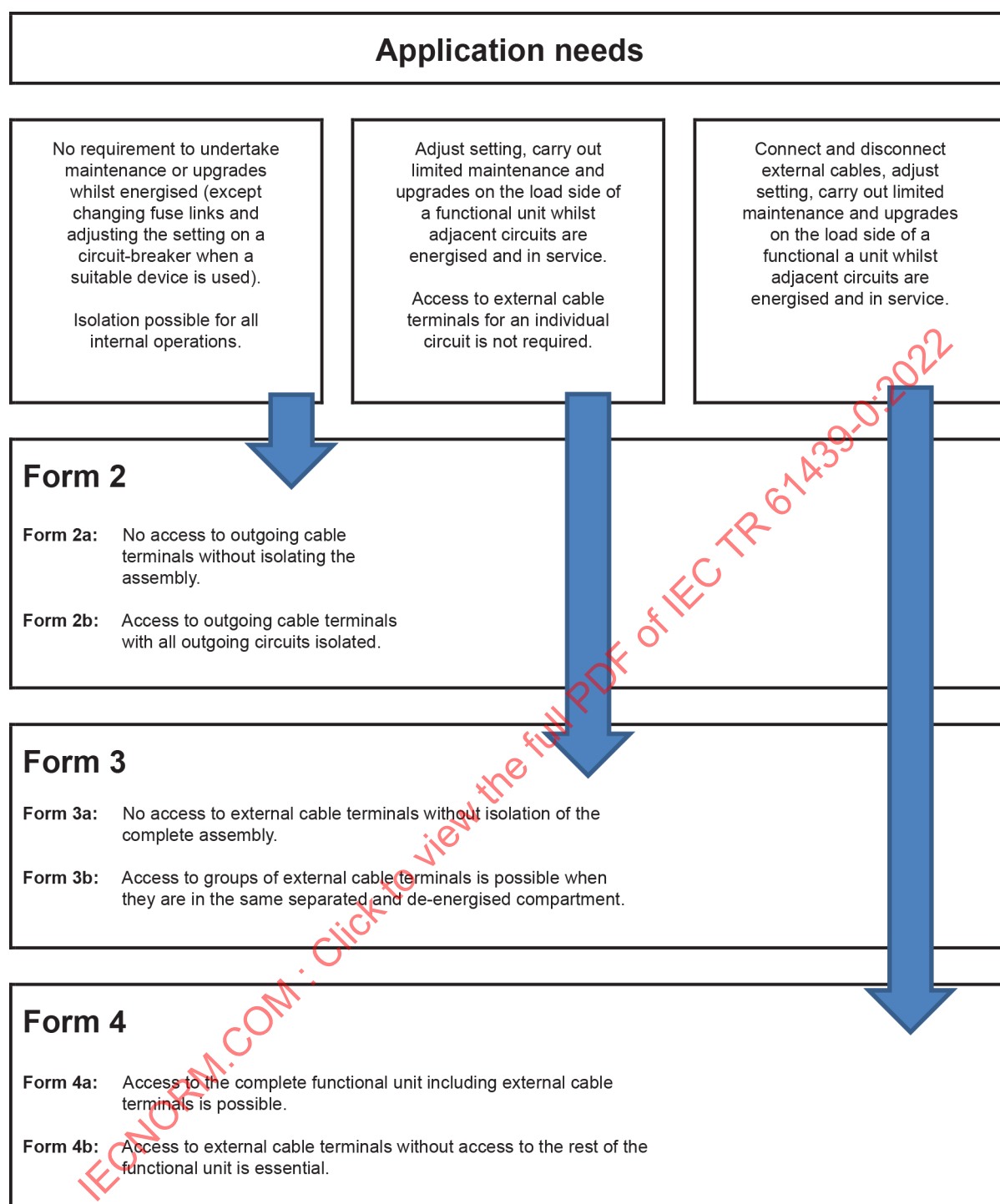
- the minimum level of separation is IPXXB or IP2X in accordance with IEC 60529. This may not be sufficient to prevent small tools, screws, washers, nuts, from passing through holes or slots.

Higher forms of separation generally increase the size, temperature rise and cost of assemblies.

12.8.3 Selecting the most appropriate form of separation

IEC 61439-2 identifies four main categories of separation: Form 1, Form 2, Form 3 and Form 4. As a first step specifiers should consider what operations they need to carry out without fully isolating the assembly or part of the assembly. In the absence of any agreement between the specifier and manufacturer, Form 1 is the default value and does not require any internal separation. Using a process generally as outlined in Figure 2, identify the main category, and, in the case of Form 2, Form 3 and Form 4, the sub-category of separation they require for their application.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61439-0:2022



IEC

Figure 2 – Examples of separation included in IEC 61439-2

The examples of separation in Figure 2 are included in IEC 61439-2. Where one of these forms of separation does not suit the particular application, the specifier and manufacturer can agree a specific arrangement of separation (Form X) that includes all the features needed for the application being considered.

13 Current carrying capability

13.1 General

The IEC 61439 series of standards defines the capability of assemblies. For current ratings, different terminology is used for current ratings of an assembly and those of the application of an assembly (electrical installation of which the assembly is a part). It is essential that the meaning of the two different terminologies are fully understood in order to correctly specify and obtain the most appropriate assembly for a particular application. At all times the capability of the assembly is at least equal to the needs of the application.

The current carrying capabilities within an assembly are defined as the maximum currents that can be continuously carried without damage or increased risk of failure through overheating or other mechanisms.

For an installation designed in accordance with the IEC 60364 series, a "design current I_B " (expected load current) is established for each circuit within the installation and should be indicated on the single line diagram. Where the circuits are not loaded continuously and simultaneously and the adjacent circuit(s) is/are not fully loaded at the same time, I_B should not be greater than the rated current of the circuit (I_{nc}), that is, $I_{nc} \geq I_B$. Where adjacent circuits are continuously loaded the group rated current of a circuit of an assembly, (I_{ng}), should be at least equal to I_B , that is ($I_{ng} \geq I_B$).

In order to obtain the most appropriate assembly for a particular application, the specifier should take note of the following and detail as appropriate in their specification:

- It is recommended that the specifier states the design current of the circuit I_B and any assumed loading details for groups of circuits, for example are they continuously and simultaneously loaded. The assembly manufacturer can then offer the most appropriate assembly for the application.
- Specifiers should clearly indicate which current ratings (see below) are being specified. If no particular current rating is identified the manufacturer will assume the ratings specified are the device ratings I_n .
- If device ratings I_n are specified or assumed, devices of the same I_n from different manufacturers can provide different rated currents of circuits I_{nc} and/or different group rated currents I_{ng} within the assembly due to different influences of temperature on the different devices.
- If I_n rather than the design current I_B is specified the manufacturer will assume a loading generally as given in the relevant product part of the IEC 61439 series for continuously and simultaneously loaded circuits.

Current carrying capabilities are verified to a standard set of ambient and temperature rise limits. Specifiers may state lower or higher ambient temperatures if their application requires.

NOTE The specifier ensures the protection provided by the over current protective device (overload and short-circuit) is adequate for the circuit being supplied.

13.2 Rated current of the assembly I_{nA} (A) (maximum current allowable)

The rated current of the assembly (I_{nA}), is the maximum load current the assembly is designed to manage and distribute. It is the smaller of the sum of the rated currents of the incoming circuits within the assembly that are operated in parallel and the total current which the main busbar is capable of distributing in the particular assembly arrangement.

The specifier should state the rated current of the assembly (I_{nA}) as relevant to their application taking into account possible future increase of the demand due to modifications and extensions in the electrical system.

13.3 Loading of outgoing circuits within an assembly

All circuits within an assembly are individually capable of carrying continuously the rated current (I_{nc}) if assigned to them, but the current carrying capacity of any circuit can be influenced by adjacent circuits. This thermal interaction is such that, if a group of adjacent circuits within an assembly are to operate at rated current at the same time, de-rating of components can be necessary to prevent overheating.

In practice, it is extremely unlikely that all circuits, or a group of adjacent circuits, within an assembly will be required to carry their rated current continuously and simultaneously. Within a typical application the type and nature of loads differ appreciably. Some circuits will be rated on the basis of inrush currents and intermittent or short duration loads. A number of circuits can be heavily loaded while others are lightly loaded or switched off.

To avoid designing assemblies on a one-off basis, a manufacturer will generally design their assembly to suit the majority of applications.

Assemblies contain a vast array of components and interconnections near each other, often housed with different levels of ventilation. This results in thermal interaction between components and circuits and will have an effect on current ratings.

In order to take account of the design approach and consideration of the complex thermal effects within an assembly the manufacturer will establish and declare, as applicable, the following current ratings:

- Device rating I_n : this is the rated current of an individual device (maximum current setting on an adjustable device), usually in free air and in accordance with its own product standard, for example the rating of a circuit-breaker in accordance with IEC 60947-2. This rating is verified under defined conditions, for example specific cross section and length of conductor, mounted in free air, which differ significantly from the conditions in an assembly. I_n will normally be displayed on the device's own label.
- Group rated current of a circuit of an assembly I_{ng} : this parameter takes into account the thermal interactions that result from various outgoing circuits within an assembly delivering current at the same time. It is the rating of a circuit which is part of a group of circuits that are loaded simultaneously and continuously. I_{ng} is established as part of the design verification process and should be declared by the manufacturer.
- Rated current of a circuit of an assembly I_{nc} : this is the maximum current a circuit within an assembly can deliver continuously when all other outgoing circuits within the assembly or section are not loaded. Due to enclosure and connection arrangements, and in the case of circuits incorporating more than one device, thermal interaction between the devices can, and frequently does, lead to the rating of the circuit being lower than the individual device ratings. In cases where circuits are only loaded for short periods, generally not more than 30 min with an ON-time less than the OFF-time, it is usually acceptable to load adjacent circuits to their rated current I_{nc} . This characteristic is determined and declared at the manufacturer's discretion.
- Rated diversity factor (RDF): this is the proportion or per unit value of the rated current of a circuit (I_{nc}) which that circuit can deliver when adjacent circuits are continuously and simultaneously loaded. Usually the RDF is specified for the complete assembly and/or a section within an assembly. RDF is calculated as the group rated current (I_{ng}) for a circuit of an assembly divided by the rated current (I_{nc}) of that circuit within the assembly. This characteristic is determined and declared at the manufacturer's discretion.

The relationship between assembly and application current ratings is summarised in Table 4.

Table 4 – Assemblies and application ratings

Assembly	Application
Device rating I_n	Current rating used to establish overload and short-circuit protection settings (coordination)
Rated current of a circuit I_{nc}	Design current I_B (of an outgoing circuit of the assembly that is not continuously and simultaneously loaded)
Group rated current of a circuit of an assembly I_{ng}	Design current I_B (of an outgoing circuit of the assembly that is continuously and simultaneously loaded)

For an assembly to perform satisfactorily in service, the design current of a circuit I_B should never continuously exceed the rated current of the circuit of the assembly I_{nc} .

To avoid overdesign of an assembly, where cyclic or intermittent loads are being considered, the average current over a short period of time can be taken as the design current of the circuit within the installation. See IEC 61439-1:2020, Annex I, for guidance on determining average currents.

NOTE If, due to thermal influences within the assembly, the rating of the circuit I_{nc} is lower than the individual protective device rating I_n , I_n is used for coordination of overload and short-circuit protection for installation conductors; see IEC 60364-4-43:2008, 433.1, 434.5.1. and 434.5.2.

EXAMPLE

- A non-adjustable MCCB labelled I_n 250 A has an I_{nc} in the assembly of 200 A. Coordination of overload and short-circuit protection for installation conductors will use I_n 250 A, i.e. an overload coordination of 250 A and, for short-circuits, the related energy let-through values linked to relevant part of the 250 A characteristic.
- An adjustable MCCB labelled 250 A has an I_{nc} in the assembly of 200 A when adjusted to 0,8, i.e. a current setting of 200 A. Coordination of overload and short-circuit protection for installation conductors will use I_n 200 A, i.e. an overload coordination 200 A, and, for short-circuits, the related energy let-through values linked to relevant part of the 200 A characteristic.

13.4 Ratio of cross section of the neutral conductor to line conductors

13.4.1 General

In the majority of three-phase networks, the load on the three phases is reasonably balanced. This generally results in a current in the neutral that is much less than the corresponding lines. However, some loads, particularly those with significant harmonics, have increased neutral currents and can require a neutral conductor with a cross section equal to the lines or even larger. Unless otherwise specified the minimum neutral conductor cross-sectional area will be determined in accordance with 13.4.2 and 13.4.3.

13.4.2 Line conductors up to and including 16 mm²

For circuits with a line conductor cross-sectional area up to and including 16 mm², 100 % of that of the corresponding lines.

The specifier may state an alternative ratio if deemed necessary for the application.

13.4.3 Line conductors above 16 mm²

For circuits with a line conductor cross-sectional area above 16 mm², 50 % of that of the corresponding lines with a minimum of 16 mm².

The specifier may state an alternative ratio if deemed necessary for the application.

14 Assembly design and routine verification processes

14.1 Design verification

14.1.1 Object

Design verification is intended to verify compliance of the design of an assembly with the requirements of the relevant product part of the IEC 61439 series. Usually design verification is carried out on typical arrangements within a standard product range and at the time the product is developed. An assembly is not normally verified for a specific application, unless it includes significant deviations from the previously verified arrangement. The manufacturer is responsible for design verification.

Repetition of verifications in the product standards of switching devices or components incorporated in the assembly is not required.

An assembly which is verified in accordance with the IEC 61439 series by an original manufacturer and then manufactured or assembled by another manufacturer does not require the original design verifications to be repeated if the requirements and instructions specified and provided by the original manufacturer are fulfilled.

Assuming an assembly is fully within the scope of the relevant product part of the IEC 61439 series, the design verification detailed in the IEC 61439 series confirms that an assembly meets essential safety requirements. This has been demonstrated by a risk assessment of the standard in accordance with IEC Guide 116. If an assembly includes particular features that are outside the scope of the standard, other verifications can be required to confirm all essential safety requirements are met. In addition, the specifier can have an obligation to conduct risk assessments with respect to the safety of site work activities.

Any modification, alteration or addition to a verified/installed assembly, not in accordance with the original manufacturer's instruction should be verified in accordance with the requirements of the applicable assembly product standard. The person/organization introducing the modification, alteration or addition assumes the responsibilities of the original manufacturer with respect to the changes.

14.1.2 Methods

The design of all assemblies should be verified in accordance with the relevant product part of the IEC 61439 series. Where permitted by the relevant product part of the IEC 61439 series at the manufacturer's discretion, design verification may be achieved by one or more of the following:

- testing;
- comparison with (a) tested reference design(s);
- assessment; confirmation of the correct application of calculations and design rules, including use of appropriate safety margins.

The various options for verification, when and where each can be used, are clearly defined and restricted as appropriate, within the IEC 61439 series of standards. All the permitted means of design verification are equivalent in terms of the performance achieved. In some instances, the performance of the assembly can be affected by the verification tests (e.g., short-circuit test). Accordingly, these tests are not performed on a manufactured assembly that is intended to be placed into service.

14.1.3 Records

The manufacturer will maintain a record of all design verifications, including data used, calculations and comparisons made, and the result of tests carried out. These design verification test records form part of the manufacturer's intellectual property. Such proprietary information will not normally be made available to any third party including the specifier, except at the manufacturer's sole discretion.

A summary of the verifications satisfactorily completed is sufficient to confirm the assembly has been verified. Accordingly, the manufacturer will only make available such a summary.

14.2 Routine verification

14.2.1 General

Routine verification is carried out on every assembly that is manufactured, normally prior to it being dispatched from the manufacturer's works. It is intended to detect faults in materials and workmanship and to confirm correct and proper functioning of the manufactured assembly. The manufacturer determines if routine verification is carried out during and/or after manufacture.

Routine verification is not required to be carried out on devices and self-contained components incorporated in the assembly.

Routine verification of the assembly is carried out employing test, inspection or comparison with the manufacturer's instructions as detailed in the relevant product part of the IEC 61439 series.

Generally, two methods are used for routine verification of the construction and performance of the assembly:

- 1) Verification by testing is used for:
 - clearances and creepage distances;
 - protection against electric shock and integrity of protective circuits (for bolted connections);
 - tightness of internal electrical connections checked on a random basis;
 - mechanical operation;
 - dielectric properties; and
 - wiring, operational performance and function.
- 2) Verification by visual inspection is used for:
 - degree of protection of enclosures;
 - clearances and creepage distances (for limited conditions);
 - protection against electric shock and integrity of protective circuits (for effective continuity between the exposed conductive parts of the assembly and the protective conductor, and effectiveness of the assembly for external faults);
 - incorporation of switching devices and components;
 - internal electrical circuits and connections; and
 - terminals for external conductors (connections).

14.2.2 Records

Where the specifier requires specific documentation of the assembly's routine verification, for example routine test procedure, routine test results, declaration of conformance, it should be requested in the specifier's specification.

Annex A

(informative)

Cross section of copper cables suitable for connection to terminals for external cables

Table A.1 applies for the connection of one copper cable per terminal.

**Table A.1 – Cross section of copper cables suitable
for connection to terminals for external cables**

Rated current	Solid or stranded cables		Flexible cables	
	Cross section of the conductor		Cross section of the conductor	
	min.	max.	min.	max.
A	mm ²		mm ²	
6	0,75	1,5	0,5	1,5
8	1	2,5	0,75	2,5
10	1	2,5	0,75	2,5
13	1	2,5	0,75	2,5
16	1,5	4	1	4
20	1,5	6	1	4
25	2,5	6	1,5	4
32	2,5	10	1,5	6
40	4	16	2,5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50
160	35	95	35	70
200	50	120	50	95
250	70	150	70	120
315	95	240	95	185

If the external cables are connected directly to built-in apparatus, the cross sections indicated in the relevant specifications are valid.

In cases where it is necessary to provide for cables other than those specified in the table, special agreement should be reached between the assembly manufacturer and the specifier.

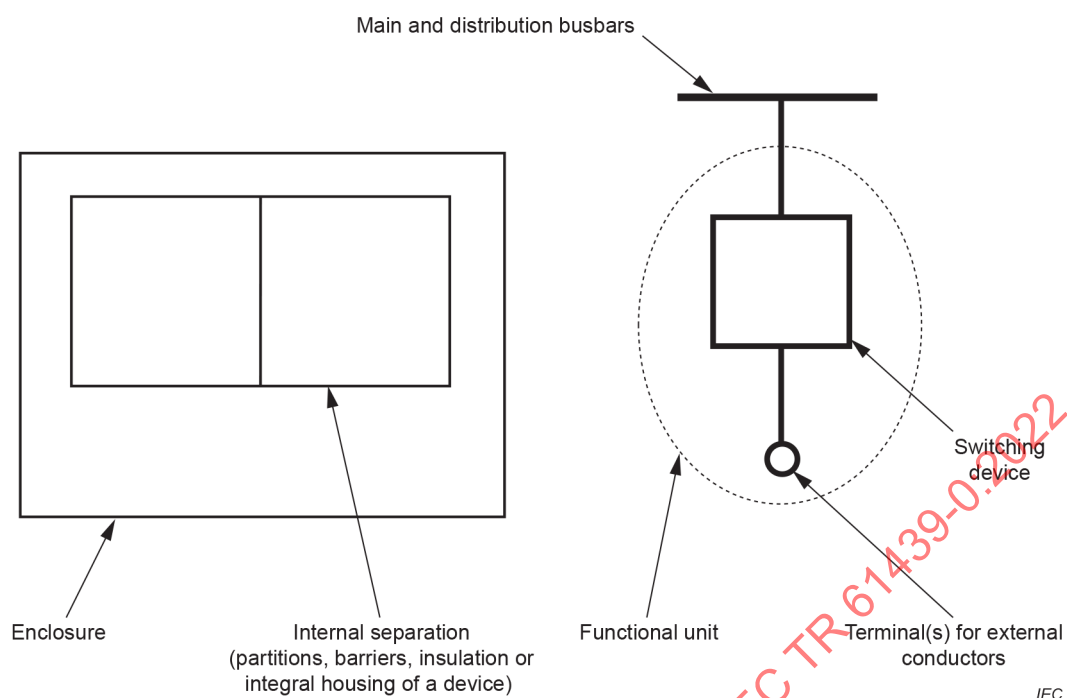
Annex B (informative)

Forms of internal separation (see 12.8)

Annex B provides a description of the various forms of separation (see Table B.1) and related representation by diagrams (see Figure B.1, Figure B.2, Figure B.3 and Figure B.4).

Table B.1 – Forms of internal separation

Main criteria	Subcriteria	Form
– No internal separation.		Form 1
– Separation of busbars from all functional units.	Terminals for external conductors not separated from busbars.	Form 2a
	Terminals for external conductors separated from busbars.	Form 2b
– Separation of busbars from all functional units.	Terminals for external conductors not separated from busbars.	Form 3a
– Separation of all functional units from one another.	Terminals for external conductors and external conductors separated from busbars.	Form 3b
– Separation of terminals for external conductors and the external conductors from the functional units, but not from the terminals for external conductors of other functional units.		
– Separation of busbars from all functional units.	Terminals for external conductors in the same compartment as the associated functional unit.	Form 4a
– Separation of all functional units from one another.	Terminals for external conductors not in the same compartment as the associated functional unit, but in individual, separate, enclosed protected spaces or compartments.	Form 4b
– Separation of terminals for external conductors associated with a functional unit from the terminals for external conductors of any other functional unit and the busbars.		
– Separation of the external conductors from the busbars.		
– Separation of the external conductors associated with a functional unit from other functional units and their terminals for external conductors.		
– External conductors need not be separated from each other.		

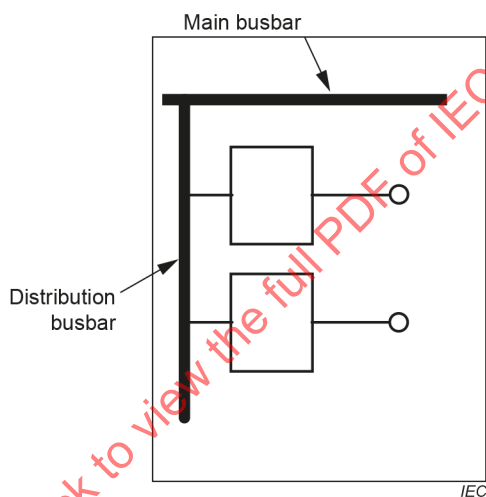
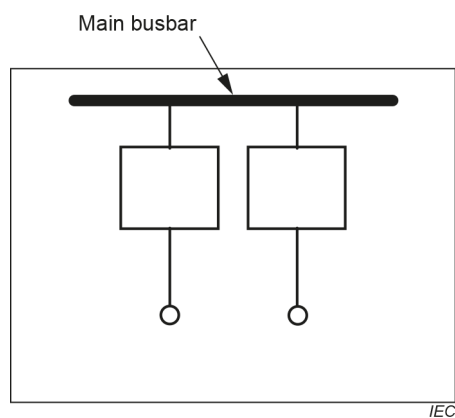


NOTE The conductors connecting a functional unit to the main or distribution busbars and to the terminals for external conductors are part of the functional unit as defined in IEC 61439-1:2020, 3.1.8, but in some designs part of them can be outside the functional unit compartment.

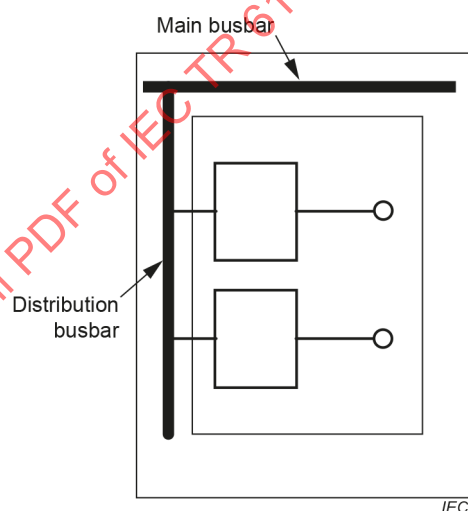
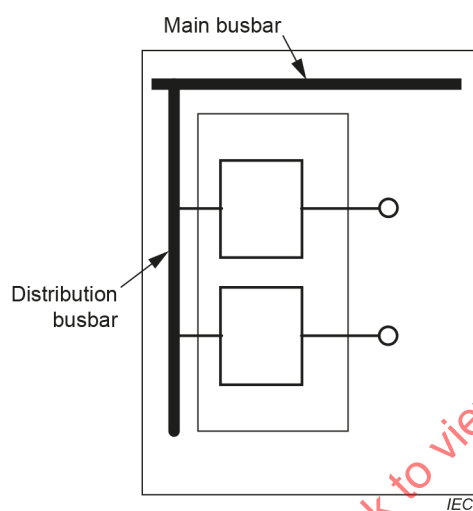
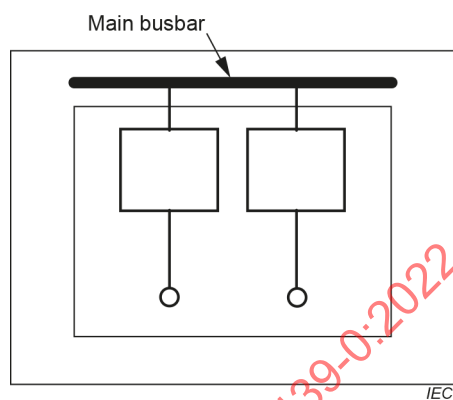
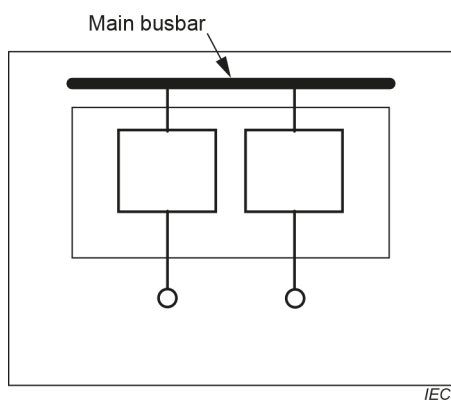
Figure B.1 – Symbols used in Figure B.2, Figure B.3 and Figure B.4

Form 1

No internal separation



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61439-0:2022

Form 2**Separation of busbars from all functional units****Form 2a – Terminals for external conductors not separated from busbars****Form 2b – Terminals for external conductors separated from busbars****Figure B.2 – Form 1 and Form 2**

Form 3

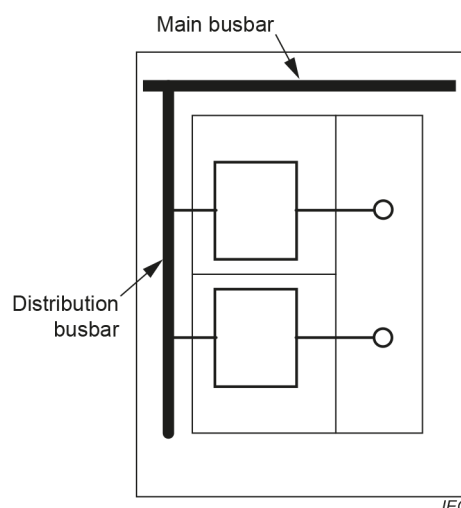
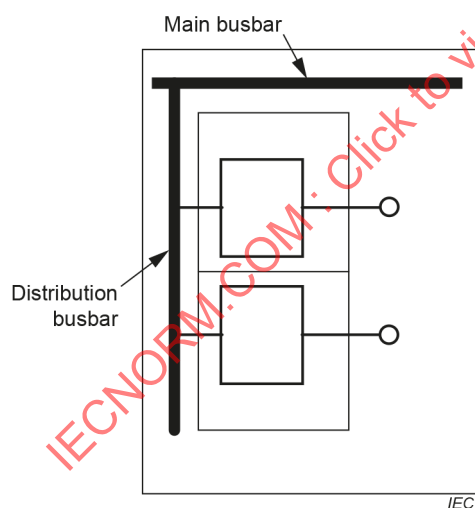
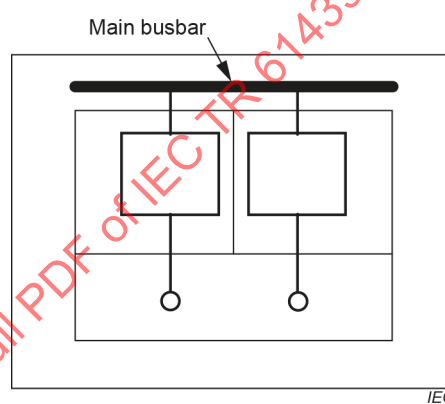
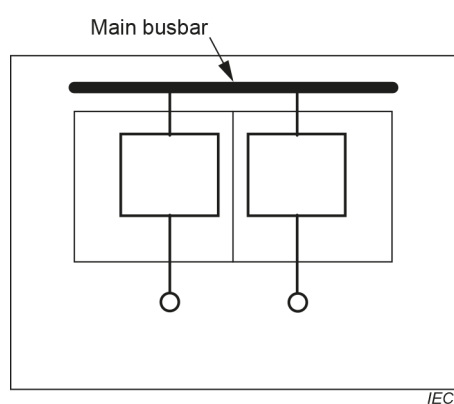
Separation of busbars from all functional units

+

Separation of all functional units from one another

+

Separation of terminals for external conductors and external conductors from the functional units, but not from the terminals of other functional units



Form 3a – Terminals for external conductors not separated from busbars

Form 3b – Terminals for external conductors and external conductors separated from busbars

Figure B.3 – Form 3

Form 4

Separation of busbars from all functional units

+

Separation of all functional units from one another

+

Separation of terminals for external conductors associated with a functional unit from the terminals for external conductors of any other functional unit and the busbars

+

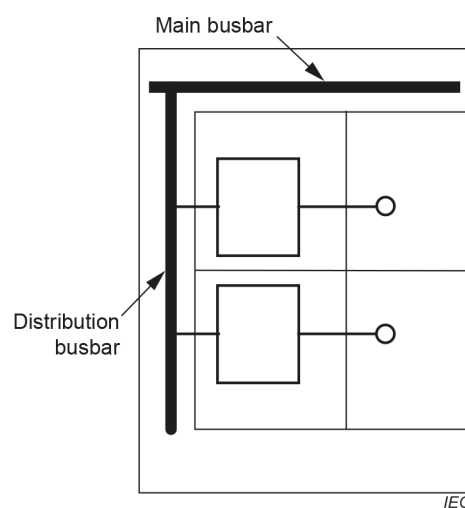
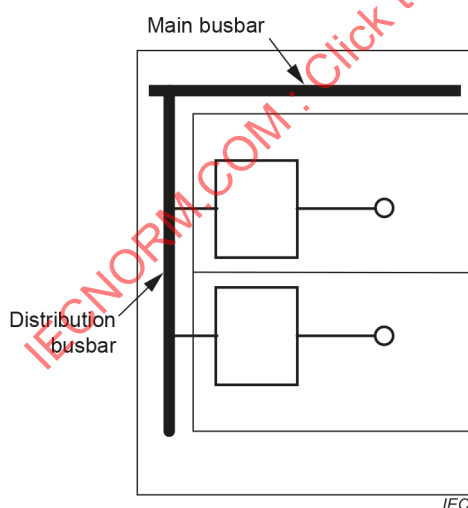
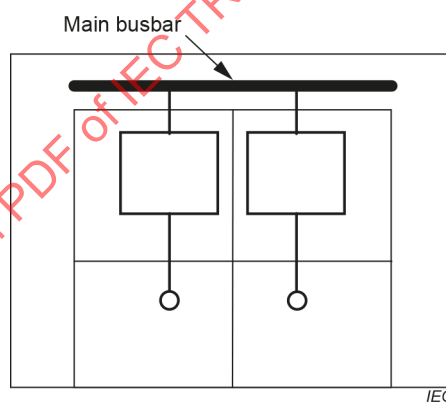
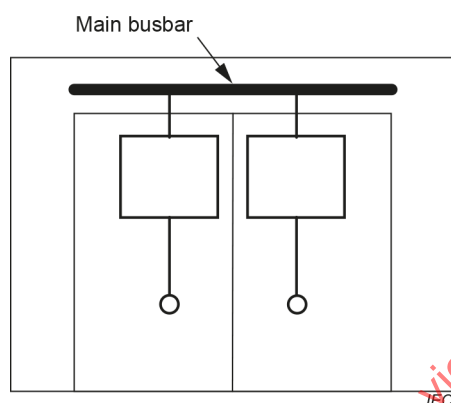
Separation of the external conductors from the busbars

+

Separation of the external conductors associated with a functional unit from other functional units and their terminals for external conductors

+

External conductors need not be separated from each other



Form 4a – Terminals for external conductors in same compartment as associated functional unit

Form 4b – Terminals for external conductors not in the same compartment as the associated functional unit, but in individual, separate, enclosed protected spaces or compartments

Figure B.4 – Form 4

Annex C (informative)

Specification template for assemblies

Table C.1 is reproduced from IEC 61439-1. It is a template of the tables provided in each of the product parts of the IEC 61439 series of standards. Refer to the table in the appropriate product part for specification purposes. The corresponding table in each of the product parts of the IEC 61439 series identifies specific items subject to an agreement between the assembly manufacturer and the specifier. Unless specified otherwise, the default arrangement as detailed in the product part of the IEC 61439 series will apply. In some cases, information declared by the assembly manufacturer may take the place of an agreement.

**Table C.1 – Example of items typically subject to agreement between
the assembly manufacturer and the user**

Characteristics	Reference (IEC 61439-1:2020)	Default arrangement ^a	Options listed in this document ^b	User requirement ^c
Electrical system				
Type of system earthing	5.6, 8.4, 3.1, 8.4.3.2.3, 8.6.2, 10.5, 11.4	Manufacturer's standard, selected to suit local requirements	TT / TN-C / TN-C-S / IT / TN-S	
Nominal voltage (V)	3.8.9.1, 5.2.1, 8.5.3	Local, according to installation conditions	Max 1000 V AC or 1500 V DC	
Transient overvoltages	5.2.4, 8.5.3, 9.1, Annex G	Determined by the electrical system	Overvoltage category I / II / III / IV	
Temporary overvoltages	9.1	Nominal system voltage + 1 200 V	None	
Rated frequency f_n (Hz)	3.8.12, 5.5, 8.5.3, 10.10.3.2, 10.11.5.4	According to local installation conditions	DC/50 Hz/60 Hz	
Additional on-site testing requirements: wiring, operational performance and function	11.10	Manufacturer's standard, according to application	None	
Short-circuit withstand capability				
Prospective short-circuit current at supply terminals I_{cp} (kA)	3.8.7	Determined by the electrical system	None	
Prospective short-circuit current in the neutral conductor	10.11.5.3.5	Max. 60 % of phase values	None	
Prospective short-circuit current in the protective circuit	10.11.5.6	Max. 60 % of phase values	None	
SCPD in the incoming functional unit requirement	9.3.2	According to local installation conditions	Yes / No	
Coordination of short-circuit protective devices including external short-circuit protective device details	9.3.4	According to local installation conditions	None	
Data associated with loads likely to contribute to the short-circuit current	9.3.2	No loads likely to make a significant contribution allowed for	None	

Characteristics	Reference (IEC 61349-1:2020)	Default arrangement ^a	Options listed in this document ^b	User requirement ^c
Protection against electric shock in accordance with IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017				
Type of protection against electric shock – Basic protection (previously protection against direct contact)	8.4.2	Basic protection	According to local installation regulations	
Type of protection against electric shock – Fault protection (previously protection against indirect contact)	8.4.3	According to local installation conditions	Automatic disconnection of supply / electrical separation / double or reinforced insulation	
Installation environment				
Location type	3.6, 8.1.4, 8.2	Manufacturer's standard, according to application	Indoor / outdoor	
Protection against ingress of solid foreign bodies and ingress of water	8.2.2, 8.2.3	Indoor (enclosed): IP2X Outdoor (min.): IP23	After removal of removable parts: As for connected position / reduced protection to manufacturer's standard	
External mechanical impact (IK code)	8.2.1, 10.2.6	None	None	
Resistance to UV radiation (applies for outdoor assemblies only unless specified otherwise)	10.2.4	Indoor: Not applicable. Outdoor: Temperate climate	None	
Resistance to corrosion	10.2.2	Normal indoor/outdoor arrangements	None	
Ambient air temperature – Lower limit	7.1.1	Indoor: –5 °C Outdoor: –25 °C	None	
Ambient air temperature – Upper limit	7.1.1	40 °C	None	
Ambient air temperature – Daily average maximum	7.1.1, 9.2	35 °C	None	
Maximum relative humidity	7.1.1	Indoor: 95 % at –5 °C to +30 °C 70 % at +35 °C 57 % at +40 °C Outdoor: 100 % at –25 °C to +27 °C 60 % at 35 °C 46 % at 40 °C	None	
Pollution degree of the macro-environment (of the installation environment)	7.1.2	Industrial: 3	1, 2, 3, 4	
Altitude	7.1.1	≤ 2000 m	None	
EMC environment (A or B)	9.4, 10.12, Annex J	A/B	A/B	

Characteristics	Reference (IEC 61349-1:2020)	Default arrangement ^a	Options listed in this document ^b	User requirement ^c
Special service conditions (e.g. vibration, exceptional condensation, heavy pollution, corrosive environment, strong electric or magnetic fields, fungus, small creatures, explosion hazards, heavy vibration and shocks, earthquakes)	7.2, 8.5.4, 9.3.3, Table 7	No special service conditions	None	
Installation method				
Type	3.3, 5.6	Manufacturer's standard	Various, for example floor-standing / wall-mounted	
Stationary/movable	3.5	Stationary	Stationary / movable	
Maximum overall dimensions and weight	5.6, 6.2.1	Manufacturer's standard, according to application	None	
External conductor type(s)	8.8	Manufacturer's standard	Cable / busbar trunking system	
Direction(s) of external conductors	8.8	Manufacturer's standard	None	
External conductor material	8.8	Copper	Copper / aluminium	
External line conductor, cross sections, and terminations	8.8	As defined within the standard	None	
External protective, neutral, mid-point, PEL, PEM, PEN conductor cross sections, and terminations	8.8	As defined within the standard	None	
Special terminal identification requirements	8.8	Manufacturer's standard	None	
Storage and handling				
Maximum dimensions and weight of transport units	6.2.2, 10.2.5	Manufacturer's standard	None	
Methods of transport (e.g. forklift, crane)	6.2.2, 8.1.6	Manufacturer's standard	None	
Environmental conditions	7.3	As service conditions	None	
Packing details	6.2.2	Manufacturer's standard	None	
Operating arrangements				
Access to manually operated devices	8.4		Authorized persons / ordinary persons	
Location of manually operated devices	8.5.5	Easily accessible	None	
Isolation of load installation equipment items	8.4.2, 8.4.3.3, 8.4.6.2	Manufacturer's standard	Individual / groups / all	
Maintenance and upgrade capabilities				
Requirements related to accessibility in service by ordinary persons; requirement to operate devices or change components while the assembly is energized	8.4.6.1	Basic protection	None	
Requirements related to accessibility for inspection and similar operations	8.4.6.2.2	No requirements for accessibility	None	

Characteristics	Reference (IEC 61349-1:2020)	Default arrangement ^a	Options listed in this document ^b	User requirement ^c
Requirements related to accessibility for maintenance in service by authorized persons	8.4.6.2.3	No requirements for accessibility	None	
Requirements related to accessibility for extension in service by authorized persons	8.4.6.2.4	No requirements for accessibility	None	
Method of functional unit's connection	8.5.1, 8.5.2	Manufacturer's standard	None	
Protection against direct contact with hazardous live internal parts during maintenance or upgrade (e.g. functional units, main busbars, distribution busbars)	8.4	No requirements for protection during maintenance or upgrade	None	
Current carrying capacity				
Maximum total load current to be supplied by the assembly (from which the rated current of the assembly I_{nA} (A) will be determined)	3.8.10.1, 5.3, 8.4.3.2.3, 8.5.3, 8.8, 10.10.2, 10.10.3, 10.11.5, Annex E	Manufacturer's standard, according to application	None	
Design current I_B and nature of load for each circuit; alternatively, I_n of the devices and nature of the load (in such cases, the assumed loading factors can be used based on the relevant part of IEC 61439)	3.8.10.8	None	None	
Ratio of cross section of the neutral conductor to line conductors: line conductors up to and including 16 mm ²	8.6.1	100 %	None	
Ratio of cross section of the neutral conductor to line conductors: line conductors above 16 mm ²	8.6.1	50 % (min. 16 mm ²)	None	
^a In some cases, information declared by the assembly manufacturer may take the place of an agreement. ^b "None" in this column means that there are no options in the standard other than the default condition or value. ^c For exceptionally onerous applications, the user can need to specify more stringent requirements to those in the standard.				

Annex D (informative)

Optional information

D.1 General

In addition to the information outlined in Annex C, the specifier can have additional optional requirements that are not identified in the standard but are necessary to meet the specifier's preferences and/or application requirements. These are also subject to agreement between the assembly manufacturer and the specifier. However, if nothing is specified by the specifier, then it is not likely to be considered by the manufacturer.

It is not possible to list all the possible options but some are indicated in Table D.1 and where appropriate corresponding guidance is provided in Clause D.2.

Table D.1 – Examples of optional items subject to agreement between the assembly manufacturer and the specifier

Specifier defined requirements	User requirement
Electrical conditions	
Internal arc-fault considerations (see D.2.1)	
Insulated busbars (see D.2.2)	
Selectivity requirements	
Continuity of supply	
Facilities for earthing of supply or load cables	
Test facilities for individual external circuit	
Environmental conditions	
Surface treatment (e.g. paint specification)	
Installation	
Assembly arrangement (e.g. back-to-back, double side)	
On site testing	
Operational	
Layout of operating devices	
Type of locking means	
Labelling	
Terminal identification	
Maintenance and upgrade	
Number and type of spare units	
Number and size of spare spaces (equipped or unequipped)	
Spare fuses	
Documentation	
Type and/or format of documentation	
Number of copies	
General	
Applicable local legal requirements	
Approval's process	
Function testing prior to dispatch	
Witness testing	

D.2 Electrical conditions

D.2.1 Internal arc-fault considerations

Internal arc-faults are not dealt with in the IEC 61439 series of standards. However, IEC 61439-2 does refer specifiers to IEC TR 61641 (for guidance on testing of assemblies) and IEC TS 63107 (for guidance on the integration of internal arc-fault mitigation systems into PSC-assemblies). Under normal circumstances in an assembly designed and verified to the standard and engineered correctly to suit the application requirements, an internal arc fault is a remote possibility.

Internal arc-faults generally occur due to:

- conducting materials inadvertently left in assemblies during manufacture, installation or maintenance;
- faults in materials or workmanship;
- entry of small animals such as mice, snakes, etc.;
- use of an incorrect assembly for the application resulting in overheating and subsequently an internal arc-fault;
- inappropriate operating conditions;
- incorrect operation; or,
- lack of maintenance.

The probability of such faults can be reduced to a minimum by designing the assembly to suit the application and implementing good maintenance and working practises.

Nevertheless, in some applications there is a need to mitigate the effects of this unlikely event still further and to reduce the risk of personal injury, damage and the loss of energy supply which can result from internal arc-faults. In such cases the requirements given in IEC TR 61641 should be considered when specifying assemblies. It should, however, be recognised that any internal arc-fault limitation or containment measures will not cover all eventualities and that any tests can only be indicative. It will not contain, for example, an arc fault created by a person's mistake while working on an energised assembly with the doors open.

There can be further requirements to:

- reduce the damage to PSC-assemblies caused by an internal arc-fault;
- increase the possibility of a PSC-assembly being suitable for further service after an internal arc-fault.

One way this can be achieved is by the integration of an internal arc fault mitigation system (IAMS) into the PSC-assembly in accordance with IEC TS 63107 which uses as a basis the performance requirements from IEC TR 61641.

The test procedure in IEC TS 63107 takes into consideration:

- a) the correct function of the IAMS within the PSC-assembly;
- b) the prevention of unintended operation of the IAMS within the PSC-assembly;
- c) the correct functioning of the IAMS immediately after the assembly is energised;
- d) areas within the assembly which may not be protected by the IAMS.

Forms of separation in accordance with IEC 61439-2 are intended to improve access to parts of an assembly while other parts remain energised. They might also assist in containing an arc to a compartment within an assembly, but this is not their intended function. They are not verified as having any arc containment capabilities.

D.2.2 Insulated busbars

When insulated busbars are required it is important that the specifier states the objectives for this requirement, as different types of insulation or protection can be applied for different applications.

The insulation of busbars is utilised for reasons such as:

- protection against electric shock;
- protection against some environmental conditions;
- reducing the risk of internal arc faults.

Different types of material can be used to achieve these objectives, and these materials can act differently under fault conditions. Some insulating materials will not withstand the high temperatures reached during short-circuit conditions. The addition of insulation can also affect the current carrying capability of busbars.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61439-0:2022

Annex E

(informative)

List of notes concerning certain countries

Subclause	Text
8.3	Add the following note after the last paragraph: NOTE 2 In the United States of America (USA) and in Mexico enclosure “type” designations are used to specify “the degree of protection” provided to the assembly. For applications in the USA, the appropriate enclosure Type designation is used as specified in NEMA 250.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61439-0:2022

Bibliography

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60269-2, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to K*

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

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*
IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017

IEC 60364-4-43:2008, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*
IEC 60364-4-44:2007/AMD1:2015
IEC 60364-4-44:2007/AMD2:2018

IEC 60364-5-53:2019, *Low-voltage electrical installations - Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment - Devices for protection for safety, isolation, switching, control and monitoring*
IEC 60364-5-53:2019/AMD1:2020

IEC 60364-6, *Low voltage electrical installations – Part 6: Verification*

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

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

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

IEC TR 60721-4 (all parts) *Classification of environmental conditions – Guidance for the correlation and transformation of environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068*

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

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

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

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

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for equipment in residential environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC TR 61641, *Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault*

IEC 61643-12, *Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles*

IEC TR 61912-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Over-current protective devices – Part 2: Selectivity under over-current conditions*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

IEC TS 63107, *Integration of internal arc-fault mitigation systems in power switchgear and controlgear assemblies (PSC – Assemblies) according to IEC 61439-2*

IEC GUIDE 116, *Guidelines for safety related risk assessment and risk reduction for low voltage equipment*

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

NEMA 250:2008, *Enclosures for electrical equipment (1 000 Volts maximum)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61439-0:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	72
INTRODUCTION.....	74
1 Domaine d'application	76
2 Références normatives	76
3 Termes et définitions	77
4 Application des ensembles dans la série IEC 61439	77
4.1 Généralités	77
4.2 Conception et vérification des ensembles	78
4.3 Conditions d'emploi et caractéristiques d'interface	79
4.4 Conception de l'application	79
5 Réseau	79
5.1 Généralités	79
5.2 Installation de mise à la terre	80
5.3 Tension nominale.....	80
5.4 Surtensions transitoires	81
5.5 Tensions transitoires inhabituelles, surtensions temporaires	82
5.6 Fréquence assignée, f_n (Hz)	83
5.7 Exigences d'essai sur site supplémentaires: câblage, performances fonctionnelles et fonction	83
6 Tenue aux courts-circuits.....	84
6.1 Généralités	84
6.2 Courant de court-circuit présumé aux bornes d'alimentation I_{cp} (kA)	84
6.3 Courant de court-circuit présumé dans le neutre	86
6.4 Courant de court-circuit présumé dans le circuit de protection	86
6.5 Dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)	86
6.6 Coordination des dispositifs de protection contre les courts-circuits, y compris les informations relatives au dispositif de protection externe contre les courts-circuits.....	87
6.7 Données associées à des charges susceptibles de contribuer au courant de court-circuit.....	87
6.8 Alimentations multiples	88
7 Protection des personnes contre les chocs électriques	88
7.1 Généralités	88
7.2 Protection principale (protection contre les contacts directs).....	88
7.2.1 Généralités	88
7.2.2 Isolation principale assurée par des matériaux isolants	89
7.2.3 Isolation principale par barrières ou enveloppes	89
7.3 Protection en cas de défaut (protection contre les contacts indirects)	89
7.3.1 Généralités	89
7.3.2 Exigences pour le conducteur de protection pour faciliter la coupure automatique de l'alimentation	90
7.3.3 Séparation électrique.....	91
7.3.4 Protection de classe II (isolation double ou renforcée).....	91
8 Environnement de l'installation	91
8.1 Généralités	91
8.2 Type d'emplacement.....	92

8.3	Protection contre l'accès à des parties dangereuses, contre la pénétration de corps étrangers solides et l'infiltration d'eau (code IP)	92
8.4	Impacts mécaniques externes (code IK).....	95
8.5	Résistance aux rayonnements	96
8.5.1	Généralités	96
8.5.2	Eclairage énergétique solaire.....	96
8.5.3	Rayonnement ultraviolet (UV)	96
8.6	Tenue à la corrosion	96
8.7	Température de l'air ambiant	97
8.8	Humidité relative maximale	98
8.9	Degré de pollution.....	98
8.10	Altitude	99
8.11	Compatibilité électromagnétique (CEM)	99
8.12	Conditions spéciales d'emploi.....	101
8.12.1	Généralités	101
8.12.2	Conditions climatiques.....	101
8.12.3	Protection contre la pénétration de corps étrangers solides et l'infiltration d'eau (code IP)	101
8.12.4	Chocs, vibrations, séismes et impacts mécaniques externes (code IK)	101
8.12.5	Phénomènes dangereux d'incendie et d'explosion	102
8.12.6	Surtensions exceptionnelles	102
8.12.7	Atmosphères polluées	102
8.12.8	Environnement CEM	102
9	Méthode d'installation.....	103
9.1	Généralités	103
9.2	Type d'ensemble.....	103
9.3	Transportabilité.....	103
9.4	Dimensions hors-tout et masse maximales.....	104
9.5	Types de conducteurs externes	104
9.6	Directions des conducteurs externes.....	104
9.7	Matériau de conducteur externe.....	105
9.8	Sections et extrémités des conducteurs de ligne externes	105
9.9	Sections et extrémités de conducteurs PE, N, PEN, PEM et PEL	105
9.10	Exigences spéciales d'identification des bornes	106
10	Stockage et manutention	106
10.1	Généralités	106
10.2	Dimensions et masse maximales des unités de transport.....	106
10.3	Méthodes de transport (par exemple chariot élévateur, grue).....	106
10.4	Conditions d'environnement différentes des conditions d'emploi	106
10.5	Informations d'emballage	107
11	Facilités d'exploitation	107
11.1	Généralités	107
11.2	Accès aux appareils manœuvrés à la main	107
12	Capacités d'entretien et d'évolution	108
12.1	Généralités	108
12.2	Exigences relatives à l'accessibilité en vue d'une inspection ou d'opérations analogues	108
12.3	Exigences relatives à l'accessibilité pour entretien en service par des personnes autorisées.....	109

12.4	Exigences relatives à une extension sous tension	109
12.5	Protection contre les contacts directs avec des parties internes actives dangereuses au cours d'un entretien ou d'une évolution	110
12.6	Méthode de raccordement des unités fonctionnelles	110
12.7	Passages de service et d'entretien à l'intérieur d'un ensemble	110
12.8	Séparation interne (uniquement applicable aux ensembles conformes à l'IEC 61439-2)	110
12.8.1	Principes fondamentaux de la séparation	110
12.8.2	Considérations relatives à la détermination d'une forme de séparation	111
12.8.3	Choix de la forme de séparation la plus appropriée	112
13	Courant admissible	114
13.1	Généralités	114
13.2	Courant assigné de l'ensemble, I_{nA} (A) (courant maximal admissible)	115
13.3	Charge des circuits de départ à l'intérieur d'un ensemble	115
13.4	Rapport de la section du conducteur neutre à celle des conducteurs de ligne	117
13.4.1	Généralités	117
13.4.2	Conducteurs de ligne inférieurs ou égaux à 16 mm ² inclus	117
13.4.3	Conducteurs de ligne supérieurs à 16 mm ²	117
14	Processus de conception et de vérification individuelle de série des ensembles	118
14.1	Vérification de la conception	118
14.1.1	Objet	118
14.1.2	Méthodes	118
14.1.3	Enregistrements	119
14.2	Vérification individuelle de série	119
14.2.1	Généralités	119
14.2.2	Enregistrements	119
	Annexe A (informative) Section des câbles en cuivre convenant au raccordement aux bornes pour câbles externes	120
	Annexe B (informative) Formes de séparation interne (voir 12.8)	121
	Annexe C (informative) Modèle de spécification pour ensembles	127
	Annexe D (informative) Informations facultatives	131
	D.1 Généralités	131
	D.2 Conditions électriques	132
	D.2.1 Considérations relatives aux défauts d'arc interne	132
	D.2.2 Jeux de barres isolés	133
	Annexe E (informative) Liste de notes concernant certains pays	134
	Bibliographie	135
	Figure 1 – Tension assignée de tenue aux chocs exigée	82
	Figure 2 – Exemples de séparation inclus dans l'IEC 61439-2	114
	Figure B.1 – Symboles utilisés à la Figure B.2, à la Figure B.3 et à la Figure B.4	122
	Figure B.2 – Forme 1 et Forme 2	124
	Figure B.3 – Forme 3	125
	Figure B.4 – Forme 4	126
	Tableau 1 – Codes IP, premier chiffre	93
	Tableau 2 – Codes IP, deuxième chiffre	94

Tableau 3 – Codes IP, lettre supplémentaire (facultative)	95
Tableau 4 – Assemblages et caractéristiques assignées d'application	116
Tableau A.1 – Section transversale des câbles en cuivre aptes au raccordement aux bornes pour câbles externes	120
Tableau B.1 – Formes de séparation interne.....	121
Tableau C.1 – Exemples d'éléments généralement soumis à accord entre le constructeur d'ensembles et l'utilisateur	127
Tableau D.1 – Exemples de sujets facultatifs soumis à accord entre le constructeur d'ensembles et le prescripteur	131

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61439-0:2022

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 0: Recommandations pour la spécification d'ensembles

AVANT-PROPOS

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

L'IEC TR 61439-0 a été établi par le sous-comité 121B: Ensembles d'appareillages à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension. Il s'agit d'un Rapport technique.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2013. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) alignement sur l'IEC 61439-1:2020;
- b) ajout d'un nouveau contenu à l'Article 13 concernant les caractéristiques assignées de courant;

- c) ajout d'un nouveau paragraphe 12.8.1 décrivant les principes fondamentaux des formes de séparation interne;
- d) alignement de l'Annexe B sur l'Annexe AA de l'IEC 61439-2:2020;
- e) suppression des annexes décrivant les sujets soumis à accord entre le prescripteur et le constructeur pour toutes les parties de produit, car elles ne peuvent pas toutes être toujours à jour.

Le texte de ce Rapport technique est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
121B/126/DTR	121B/152/RVDTR

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

La langue employée pour l'élaboration de ce Rapport technique est l'anglais.

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

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'Annexe E énumère tous les articles traitant des différences à caractère moins permanent inhérentes à certains pays, concernant le sujet du présent document.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61439, publiées sous le titre général *Ensembles d'appareillage à basse tension*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

INTRODUCTION

Les ensembles à basse tension font partie intégrante de la plupart des réseaux de distribution électrique. Dans leur application, ils ont deux fonctions principales:

- commander et répartir l'énergie électrique en toute sécurité; et
- isoler en toute sécurité des sections de réseaux en défaut.

Bien que ces deux fonctions imposent des attentes très différentes inhérentes à l'ensemble, celui-ci est tenu de pouvoir assurer ces deux fonctions tout au long de sa durée de vie prévue. La commande et la distribution de l'énergie électrique sont les opérations courantes et permanentes de l'ensemble. La deuxième fonction, la gestion des défauts, est très rare dans un système bien géré et entretenu. Certains ensembles ne sont jamais appelés à gérer un défaut, mais si un défaut se produit, il peut imposer d'immenses contraintes thermiques et mécaniques à l'ensemble en un instant. Il convient de limiter tout vieillissement ou détérioration de l'ensemble de manière à ne pas compromettre sa fonction de sécurité.

En fonction de la nature de l'application, s'il existe des faiblesses dans la conception ou l'application d'un ensemble, il est possible qu'elles ne soient identifiées que des années après l'installation de l'ensemble. Afin d'éviter des problèmes latents et de s'assurer que les ensembles conviennent à leur application, ils sont conçus et vérifiés de manière à satisfaire aux exigences rigoureuses définies dans la série de normes IEC 61439. Cependant, comme la série IEC 61439 couvre un large éventail d'applications et comme certaines applications peuvent être en partie hors du domaine d'application de la norme, il est tout aussi important que les ensembles soient correctement spécifiés. Si la série IEC 61439 fournit des options, la plus appropriée est choisie pour l'application et, si les exigences sortent du domaine d'application des normes, les exigences détaillées sont soumises à accord entre le prescripteur et le constructeur.

Le présent document identifie l'importance de chaque caractéristique à prendre en compte lors de la spécification d'un ensemble et fournit au prescripteur des recommandations sur la définition d'un ensemble approprié pour son application.

Pour les besoins du présent document, le prescripteur est la partie qui spécifie ou choisit les caractéristiques de l'ensemble. Le prescripteur peut être la même partie qui utilise et fait fonctionner l'ensemble, ou une personne agissant en son nom. L'objectif du présent document est de fournir au prescripteur des recommandations sur la spécification qu'il convient de fournir afin d'obtenir un ensemble offrant les performances exigées à des coûts optimisés.

Dans le présent document, le terme "ensemble" est utilisé pour désigner un ensemble d'appareillage à basse tension. Le terme "constructeur" fait référence au constructeur d'ensembles, sauf spécification contraire.

Le terme "conducteur de ligne" est utilisé à de nombreuses reprises dans le présent document. Auparavant, la terminologie était "conducteur de phase".

Le présent document est axé sur le prescripteur, c'est-à-dire la personne ou l'organisation qui fournit la spécification pour l'ensemble. Il est présumé que le prescripteur agit au nom de l'utilisateur.

L'objectif de la série de normes IEC 61439 est d'harmoniser, dans la mesure du possible, toutes les règles et exigences générales qui s'appliquent aux ensembles. Afin d'obtenir l'uniformité des exigences relatives aux ensembles, la série vise en outre à une vérification cohérente des ensembles et à éviter le besoin d'effectuer une vérification conformément à d'autres normes.

Toutes les exigences relatives aux différents ensembles qui peuvent être considérées comme générales, ainsi que les sujets spécifiques consacrés aux performances et à l'application, par exemple échauffement, court-circuit, propriétés diélectriques, ont donc été réunis dans l'IEC 61439-1 sous forme de règles générales. Pour chaque type d'ensemble, seules deux

normes principales sont nécessaires pour déterminer toutes les exigences et toutes les méthodes de vérification correspondantes:

- 1) la norme donnant les règles générales désignée "IEC 61439-1", et
- 2) la partie de produit spécifique de la série IEC 61439, ci-après dénommée la partie de produit pertinente de la série IEC 61439.

La série de normes IEC 61439 englobe des ensembles destinés à des utilisations très variées, dont certains ont des besoins spécifiques liés à leur application particulière. Afin de définir clairement ces besoins spécifiques, des parties de produit pertinentes de la série IEC 61439 axées sur un type d'application particulier ont été développées (ou sont en cours de développement). Elles sont identifiées comme IEC 61439-2, IEC 61439-3 et ainsi de suite (pour une liste de toutes les parties de la série IEC 61439, consultez le site web de l'IEC). Chaque partie de produit pertinente de la série IEC 61439 en référence à l'IEC 61439-1, règles générales, suivant le cas, spécifie les caractéristiques et les performances exigées par un ensemble dans son domaine d'application défini. Chaque partie de produit pertinente de la série IEC 61439 comprend, en annexe, un modèle pour les "sujets soumis à accord entre le constructeur de l'ensemble et le prescripteur" pour faciliter la spécification d'un ensemble.

Les caractéristiques générales de tous les types d'ensembles sont prises en compte dans le présent document. Les détails de celles-ci s'appliquent à chaque type d'ensemble et peuvent être déterminés par référence au programme de spécification dans la partie de produit pertinente de la série IEC 61439.

Dans le présent document, la référence à l'IEC 61439 signifie l'édition actuelle de la série de normes IEC 61439:

- IEC 61439-1, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*
- IEC 61439-2, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 2: Ensembles d'appareillage de puissance*
- IEC 61439-3, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 3: Tableaux de répartition destinés à être utilisés par des personnes ordinaires (DBO)*
- IEC 61439-4, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 4: Exigences particulières pour ensembles de chantiers (EC)*
- IEC 61439-5, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 5: Ensembles pour réseaux de distribution publique*
- IEC 61439-6, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 6: Systèmes de canalisation préfabriquée*
- IEC 61439-7, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 7: Ensembles pour installations publiques particulières telles que les marinas, les terrains de camping, les marchés et les emplacements analogues et pour bornes de charge de véhicules électriques*

Consulter le site web de l'IEC pour la dernière édition de chaque partie de produit de la série IEC 61439 et la partie de produit supplémentaire de la série IEC 61439 publiée pour d'autres applications spécifiques.

NOTE Chaque partie de produit de la série IEC 61439 est reliée à l'édition appropriée de l'IEC 61439-1, indiquée dans la partie de produit, et à l'édition correspondante de l'IEC TR 61439-0.

Une référence aux "règles générales" signifie une référence à l'IEC 61439-1:2020.

Une référence à la "norme de produit" signifie une référence à la partie ou aux parties applicables de la norme IEC pour les composants utilisés dans l'ensemble (par exemple IEC 60947-2 pour les disjoncteurs).

ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 0: Recommandations pour la spécification d'ensembles

1 Domaine d'application

Dans la série de normes IEC 61439 couvrant les ensembles d'appareillage à basse tension, certains détails de système et d'application sont spécifiés par le prescripteur afin de permettre au constructeur de produire un ensemble qui satisfait aux besoins et aux attentes du prescripteur.

La présente partie de l'IEC 61439, qui est un rapport technique, identifie du point de vue du prescripteur les fonctions et les caractéristiques qui sont définies lors de la spécification des ensembles. Elle fournit:

- une explication des caractéristiques et des options contenues dans la série IEC 61439;
- des recommandations relatives à la manière de choisir les options appropriées et de définir des caractéristiques de manière à satisfaire aux besoins spécifiques de l'application; et
- une aide à la spécification des ensembles.

Les références faites dans le présent document aux caractéristiques d'interface d'un ensemble et aux exigences auxquelles elles sont conformes partent du principe que l'ensemble est conçu, construit et vérifié conformément à la partie pertinente de la série IEC 61439.

2 Références normatives

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

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

IEC 61439-1:2020, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 61439-2:2020, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 2: Ensembles d'appareillage de puissance*

IEC 61439-3, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 3: Tableaux de répartition destinés à être utilisés par des personnes ordinaires (DBO)*

IEC 61439-4, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 4: Exigences particulières pour ensembles de chantiers (EC)*

IEC 61439-5, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 5: Ensembles pour réseaux de distribution publique*

IEC 61439-6, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 6: Systèmes de canalisation préfabriquée*

IEC 61439-7, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 7: Ensembles pour installations publiques particulières telles que les marinas, les terrains de camping, les marchés et les emplacements analogues et pour bornes de charge de véhicules électriques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la série IEC 61439 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Application des ensembles dans la série IEC 61439

4.1 Généralités

Les ensembles construits conformément à la partie de produit pertinente de la série IEC 61439 conviennent à une installation dans la majorité des environnements de fonctionnement. La plupart des caractéristiques des ensembles sont entièrement définies par la norme et n'exigent pas davantage de considération par le prescripteur. Dans certains cas, la norme peut spécifier une condition par défaut et identifier une série d'autres options que le prescripteur peut choisir pour s'adapter à l'application. Pour les autres caractéristiques, il peut être exigé du prescripteur qu'il choisisse parmi les options énumérées dans la norme.

Les prescripteurs sont mis en garde contre le fait de spécifier des exigences excessives, cela ne conduit pas forcément à un ensemble plus approprié à leur application. Des exigences plus strictes pour un critère ont généralement un impact négatif sur les autres. Par exemple, un ensemble pour installation à l'extérieur spécifié pour être conforme à l'IP66 de l'IEC 60529, alors qu'un degré IP inférieur, par exemple IP33, suffit, peut:

- augmenter les températures à l'intérieur de l'ensemble en raison d'un manque de ventilation avec pour effet un vieillissement plus rapide de l'isolation;
- augmenter le risque de condensation ce qui entraîne le cheminement en raison de l'absence de ventilation et donc d'échange d'air avec l'environnement extérieur à l'ensemble; et
- rendre l'ensemble plus grand et plus coûteux en raison de la nécessité de gérer le manque de ventilation.

Si des conditions spéciales et exceptionnellement défavorables sont susceptibles de se produire, il convient que ces conditions soient identifiées par le prescripteur. Parmi les exemples de ces conditions défavorables, il y a les applications à fort rayonnement ultraviolet (UV), des conditions de particules/polluants importants, des conditions de court-circuit plus difficiles, une protection spéciale contre les défauts, une protection spéciale due au risque d'incendie, les défauts d'arc interne, les explosions, les brûlures, etc.

Dans certains cas, le prescripteur peut souhaiter demander l'avis d'experts afin d'identifier correctement leurs exigences, par exemple la section du conducteur neutre en fonction des harmoniques du système.

L'Annexe C est typique des sujets soumis à accord entre le prescripteur et le constructeur lors de la spécification d'un ensemble. L'annexe équivalente pour chaque produit se trouve dans la partie pertinente de la série IEC 61439. Il convient que le prescripteur complète l'annexe appropriée lorsqu'il définit les caractéristiques d'interface de l'ensemble pour son application particulière. Une explication de chaque caractéristique de l'interface est donnée dans l'Article 5 à l'Article 14 inclus.

L'Annexe D fournit des recommandations sur les informations facultatives qu'un rédacteur de spécifications peut demander sur une application particulière

4.2 Conception et vérification des ensembles

Un ensemble est destiné à être utilisé dans une installation électrique de caractéristiques définies. L'ensemble peut être conçu et vérifié selon une série de critères d'application spécifiques, pour convenir à un usage particulier, ou plus généralement, il peut être conçu et vérifié pour répondre à des critères d'application typiques qui le rendent utilisable dans une série d'applications courantes.

La configuration d'un ensemble pour une application particulière du prescripteur exige généralement quatre étapes principales:

- a) La spécification des exigences et des fonctions particulières à l'application. Il convient que le prescripteur complète le tableau donné dans l'Annexe C de la partie de produit pertinente de la série IEC 61439.
- b) Le constructeur en déduit les caractéristiques d'interface et la conception de l'ensemble nécessaires pour satisfaire à la spécification. La conception est généralement basée sur les dispositions d'ensemble les caractéristiques et les fonctions déjà développées par le constructeur.
- c) Pour les ensembles ou parties d'ensembles dont la conception n'a pas été éprouvée au préalable, la vérification de la conception est effectuée par le constructeur.
- d) Vérification individuelle de série, effectuée sur chaque ensemble par le constructeur.

Il est essentiel que le prescripteur fasse toujours prévaloir les ensembles qui sont entièrement vérifiés conformément à la partie de produit appropriée de la série IEC 61439. La nature de l'application est telle que les déficiences d'une conception d'ensemble peuvent ne pas être initialement apparentes ou facilement identifiées à partir d'un examen superficiel. Par exemple:

- 1) Les effets thermiques complexes à l'intérieur d'un ensemble ne peuvent être déterminés sans vérification formelle (essai, comparaison ou évaluation). Les composants opérationnels, en particulier l'isolation, dans un ensemble à des températures plus élevées que prévu peuvent ne pas provoquer une défaillance immédiate, mais le vieillissement accéléré de l'isolation peut provoquer une défaillance prématurée.
- 2) Les dispositifs de protection contre les courts-circuits fonctionnent rarement pendant la durée de vie de l'ensemble pour interrompre un défaut. Lorsque certains types de dispositifs de protection contre les courts-circuits interrompent un défaut, ils émettent un gaz ionisé chaud qui peut court-circuiter les distances d'isolement et/ou réduire les lignes de fuite et provoquer un contournement à l'intérieur de l'ensemble. La pression du gaz à l'intérieur de l'ensemble peut également augmenter brusquement provoquant l'ouverture forcée des portes et des panneaux et pouvant mettre en danger toute personne se trouvant à proximité.
- 3) Les rares fois où un court-circuit se produit, des effets magnétiques complexes sont associés aux courants de court-circuit élevés. Ceux-ci imposent des charges mécaniques importantes aux supports des conducteurs. Les forces sur les supports sont affectées par la forme des conducteurs, leurs courbures, leur proximité les uns des autres et de la tôle, les déphasages entre les courants dans les différents conducteurs et les effets transitoires. Tous ces effets sont très complexes et donc difficiles à déterminer. Si ces effets ne sont pas correctement pris en compte, les conducteurs peuvent s'attirer mutuellement et créer un défaut d'arc interne, ou bien les boîtiers métalliques ou les supports structurels reliés à la terre peuvent être attirés par le jeu de barres ou les connexions sous tension, entraînant une défaillance de l'ensemble.
- 4) Des tensions de choc dues à des manœuvres, à la foudre et autres peuvent se produire. Les événements aléatoires sont surtout associés à la foudre. Lorsqu'ils se produisent, l'ensemble est tenu de posséder une tolérance suffisante (tension de tenue aux chocs de foudre) aux surtensions transitoires, sinon un contournement se produit.

NOTE Des parafoudres peuvent également être exigés pour limiter les tensions de choc. Voir les règles d'installation pour plus de précisions.

- 5) La corrosion prend du temps, parfois des années. Si une protection suffisante n'est pas assurée, notamment la protection contre la corrosion des pièces en matériaux ferreux, la durée de vie de l'ensemble peut être réduite et la sécurité compromise, par exemple par

une diminution des propriétés mécaniques des plaques de montage et/ou des systèmes de support des jeux de barres, et une réduction de la continuité à la terre entre les différentes parties constructives.

- 6) Le vieillissement des matériaux isolants dépend de la température et du temps, mais les différents matériaux isolants vieillissent à des rythmes très différents pour des conditions de fonctionnement données. Lorsque les matériaux isolants vieillissent, leurs propriétés mécaniques, et dans certains cas électriques, se dégradent et peuvent provoquer des défaillances.

Les problèmes énumérés ci-dessus, et d'autres encore, sont évités en utilisant des ensembles complètement vérifiés. Dans certains cas, avec des marges de conception appropriées, la série IEC 61439 permet d'effectuer la vérification par évaluation ou comparaison à une conception de référence. Si les performances sont moins prévisibles, la norme fait prévaloir les essais comme moyen de vérification de la conception.

Pour de plus amples informations relatives à la conception et à la vérification individuelle de série effectuées par le constructeur, voir Article 14.

4.3 Conditions d'emploi et caractéristiques d'interface

Il convient que les caractéristiques de l'ensemble soient compatibles avec les caractéristiques assignées des circuits auxquels il est raccordé et avec les conditions d'installation.

Lorsqu'aucune spécification n'est fournie, les informations données dans la documentation du constructeur peuvent tenir lieu d'accord entre le constructeur et le prescripteur.

Par hypothèse, le prescripteur fournit un schéma électrique unifilaire, ou équivalent, pour définir les dispositions des circuits d'arrivée et de départ, le courant de court-circuit présumé aux bornes d'arrivée, les charges, les conducteurs externes et certaines caractéristiques d'interface qui sont exigées pour l'application d'un ensemble spécifique.

4.4 Conception de l'application

Après la spécification des exigences et des fonctions propres à l'application, le constructeur est responsable de la conception de l'ensemble afin qu'il soit conforme à la partie de produit pertinente de la série IEC 61439. A partir des informations fournies par le prescripteur, le constructeur déduit les caractéristiques de l'ensemble supplémentaires nécessaires pour fournir un ensemble qui satisfait aux exigences de l'application indiquées. Si le prescripteur n'indique pas d'exigences particulières, le constructeur peut adopter sa configuration habituelle ou la configuration par défaut indiquée dans la partie de produit pertinente de la série IEC 61439.

5 Réseau

5.1 Généralités

Le réseau détermine les caractéristiques électriques (valeurs admissibles, par exemple résistance aux courts-circuits) qu'il convient qu'un ensemble ait afin de remplir en toute sécurité la fonction exigée pour l'installation. Il convient que les caractéristiques de l'ensemble soient à tout moment au moins égales aux exigences de l'application et, si cela est essentiel, elles peuvent dépasser celles proposées dans les options normalisées décrites dans la série IEC 61439.

Il convient que le prescripteur fournisse un schéma électrique unifilaire et/ou toute autre information nécessaire pour définir ses exigences concernant l'ensemble, comme indiqué de 5.2 à 5.6.

5.2 Installation de mise à la terre

Les moyens de mise à la terre d'un réseau basse tension, quand, comment et où, diffèrent selon l'installation. Pour un réseau particulier, l'installation de mise à la terre utilisée peut être imposée par la réglementation locale, l'autorité de distribution, les anciennes exigences ou les avantages d'une installation par rapport aux autres.

Les configurations normalisées d'une installation de mise à la terre sont TN-C, TN-S, TN-C-S, TT et IT. Des installations spécifiques exigent et/ou permettent des solutions différentes. Par exemple, lors du sectionnement d'une alimentation pour l'entretien:

- dans les schémas TN-C, il n'est pas admis de couper ou de sectionner le conducteur PEN; mais
- dans les schémas TN-S et TN-C-S, les conducteurs neutres peuvent ou ne peuvent pas être coupés ou sectionnés. La nécessité de couper le neutre est déterminée par l'efficacité de la mise à la terre du neutre dans l'ensemble du réseau. Si le neutre est relié à la terre de manière fiable par une impédance suffisamment faible, et s'il est peu probable qu'il soit porté à un potentiel dangereux par rapport à la terre dans des conditions de défaut, il peut ne pas avoir besoin d'être coupé (voir IEC 60364-5-53:2019, 536.1.2). En outre, il n'a pas besoin d'être protégé contre les contacts directs. Cependant, les réglementations locales peuvent énoncer des exigences spécifiques pour la coupure ou la non-coupure du neutre et le sectionnement du neutre.

Comme il convient de ne pas couper le conducteur PEN dans un schéma TN-C, il convient que tous les appareils de connexion soient tripolaires ou unipolaires, respectivement, pour les applications triphasées et monophasées. Dans les schémas TN-S et TN-C-S, il convient qu'un appareil tétrapolaire soit uniquement considéré si le neutre et la terre sont des circuits séparés. Une coupure tripolaire est appropriée si le neutre est relié à la terre de manière fiable. Toutefois, si le neutre et la terre sont séparés, la coupure tétrapolaire peut toujours être utilisée, sauf si la réglementation locale l'interdit. Dans certains cas, il peut être pratique, même si ce n'est pas exigé, de couper le neutre, par exemple lorsque la protection contre les courants résiduels de défaut à la terre est assurée.

Il convient que la conception des circuits auxiliaires prenne en compte l'installation de mise à la terre de l'alimentation de sorte qu'un défaut de mise à la terre ne provoque pas de fonctionnement intempestif.

Il est donc essentiel que les prescripteurs spécifient l'installation de mise à la terre du réseau dans lequel l'ensemble est à installer et aussi, s'il existe un besoin ou une préférence pour la coupure tétrapolaire.

NOTE Les fonctions d'une terre de protection et d'une terre fonctionnelle sont fréquemment confondues. Un conducteur de terre de protection est utilisé pour protéger les personnes contre les chocs électriques; une terre fonctionnelle est une connexion délibérée à la terre, nécessaire pour le fonctionnement normal d'un matériel électrique.

5.3 Tension nominale

La série de normes IEC 61439 couvre les ensembles destinés aux réseaux alternatifs et continus. La tension nominale du réseau détermine un certain nombre de caractéristiques de l'ensemble. Il convient que la tension assignée d'un ensemble, U_n , soit au moins égale à la tension nominale du réseau auquel les circuits principaux de l'ensemble sont raccordés. Les circuits auxiliaires peuvent avoir une tension assignée d'emploi inférieure à U_n .

Il convient que le prescripteur indique la tension nominale du système.

Lorsqu'il est informé de la tension nominale, le constructeur détermine les valeurs appropriées pour d'autres tensions assignées, notamment:

- La tension assignée d'emploi, U_e (d'un circuit d'un ensemble)

Il s'agit de la tension à laquelle tous les appareils d'un circuit, ou d'un groupe de circuits, sont capables de remplir une fonction donnée, par exemple de couper une charge particulière un certain nombre de fois. Dans tous les cas, la tension assignée d'emploi d'un circuit principal d'un ensemble est au moins égale à la tension assignée d'emploi de l'ensemble.

- La tension assignée d'isolement, U_i .

Comme pour U_e , la tension assignée d'isolement s'applique également à un circuit ou un groupe de circuits de l'ensemble. C'est la capacité de tenue en tension à long terme de l'isolation, elle n'est jamais inférieure à la tension assignée d'emploi. Généralement, une tension d'isolement égale à la tension d'emploi est suffisante. Si des tensions d'isolement plus élevées sont spécifiées, les distances d'isolement et les lignes de fuite sont généralement accrues.

5.4 Surtensions transitoires

Tous les réseaux subissent des surtensions transitoires occasionnelles causées par des coupures, par la foudre, etc. En général, dans un réseau basse tension, l'amplitude des surtensions diminue à mesure que la distance par rapport à la source d'alimentation augmente. Il est donc possible que l'emplacement des ensembles dans le réseau électrique détermine leur niveau de surtension admissible.

Les différents niveaux de catégorie de surtension sont définis en chiffres romains.

Les options de catégorie de surtension (OVC) sont les suivantes:

- Catégorie I: niveau protection spéciale (interne au matériel, normalement non applicable à un ensemble);
- Catégorie II: niveau charge (appareil, matériel, normalement non applicable à un ensemble);
- Catégorie III: niveau circuit de distribution (tableaux de répartition, etc. inclus dans une installation fixe);
- Catégorie IV: niveau entrée de l'installation (entrée de service).

Pour plus d'informations, voir IEC 60364-4-44:2007/AMD1:2015, Article 443.

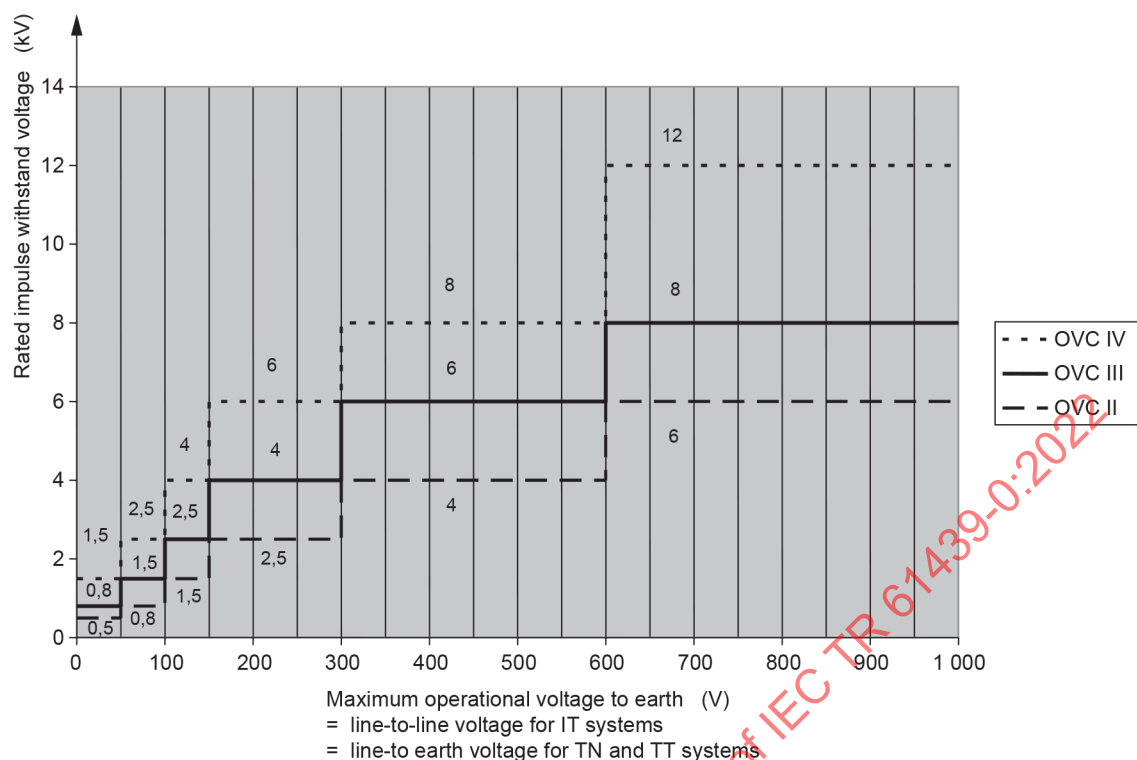
Si le prescripteur ne définit aucune exigence de surtension spécifique, le constructeur détermine la catégorie de surtension probable à partir du schéma unifilaire du réseau. Si des conditions de surtension exceptionnelles s'appliquent, il convient que le prescripteur indique l'option de catégorie de surtension exigée pour son application.

Il convient de veiller à ne pas spécifier de catégorie de surtension trop élevée pour les ensembles. La spécification de niveaux plus élevés de catégories de surtension entraîne de plus grandes distances d'isolement minimales, éventuellement des composants ayant des valeurs assignées de surtension plus élevées (s'ils sont disponibles) et, dans certains cas, des ensembles plus grands et plus coûteux.

Dans les applications où des surtensions transitoires élevées sont prévues, l'installation de parafoudres à l'intérieur de l'ensemble peut être un moyen de gérer les surtensions transitoires plus rapide que d'augmenter les exigences de surtension de l'ensemble principal. Ces dispositifs dérivent efficacement la surtension à la terre.

Si les prescripteurs souhaitent que des parafoudres soient incorporés dans un ensemble, il convient qu'ils en indiquent le type exigé.

Le constructeur détermine les valeurs appropriées pour la tension assignée de tenue aux chocs, U_{imp} , à partir de la catégorie de surtension, de la tension nominale et du type de réseau d'alimentation. Cette relation est représentée à titre d'information à la Figure 1.



IEC

Anglais	Français
Rated impulse withstand voltage	Tension assignée de tenue aux chocs
Maximum operational voltage to earth (V) = line-to-line voltage for IT systems = line-to earth voltage for TN and TT systems	Tension maximale d'emploi par rapport à la terre (V) = tension entre phases pour les schémas IT = tension entre ligne et terre pour les schémas TN et TT
OVC	OVC

Figure 1 – Tension assignée de tenue aux chocs exigée

La tension assignée de tenue aux chocs, U_{imp} , est une mesure des tolérances de l'ensemble aux surtensions transitoires. Si la catégorie de surtension est spécifiée correctement, U_{imp} est supérieure ou égale aux surtensions transitoires se produisant généralement dans le ou les réseaux auxquels le circuit est conçu pour être raccordé (tension d'emploi et installation de mise à la terre).

5.5 Tensions transitoires inhabituelles, surtensions temporaires

L'ensemble peut supporter:

- une surtension transitoire, c'est-à-dire une surtension de courte durée ne dépassant pas quelques millisecondes, oscillatoire ou non, généralement fortement amortie; et
- une surtension temporaire, c'est-à-dire une surtension à fréquence industrielle d'une durée relativement longue (plusieurs secondes).

La tension assignée de tenue aux chocs, U_{imp} , définit la surtension transitoire à supporter, allant de 0,33 kV à 12 kV.

La tension assignée d'isolement, U_i , définit le niveau de surtension temporaire à supporter.

Si des tensions transitoires inhabituelles ou des surtensions temporaires sont prévues, il convient que le prescripteur indique les conditions à satisfaire. Si ces conditions inhabituelles

s'appliquent, il est important qu'elles soient identifiées afin que l'ensemble approprié puisse être fourni (des recommandations sont fournies par exemple dans l'IEC 61643-12 pour les surtensions transitoires).

5.6 Fréquence assignée, f_n (Hz)

Les ensembles sont conçus pour fonctionner à une fréquence particulière (assignée), sur une plage de fréquences ou en courant continu. Le raccordement d'un circuit d'un ensemble à une alimentation dont la fréquence est en dehors de sa plage prévue peut entraîner un mauvais fonctionnement des dispositifs, une altération de leur pouvoir de coupure et, dans le cas d'un courant plus élevé, une altération de leur courant admissible. Les fréquences normalisées sont 50 Hz et 60 Hz.

Sauf indication contraire, le constructeur de l'ensemble prend pour hypothèse que l'ensemble est tenu d'être approprié pour une fréquence de réseau comprise dans les limites de 98 % à 102 % de la fréquence assignée.

Il convient que le prescripteur désigne la fréquence nominale du réseau comme la fréquence assignée exigée de l'ensemble. S'il est exigé que des circuits à l'intérieur de l'ensemble fonctionnent à des fréquences différentes, il convient de les identifier conformément à la spécification.

Il convient que le prescripteur informe le constructeur si des harmoniques excessives peuvent être présentes. Des harmoniques excessives dans la tension d'alimentation ou dans le courant généré par la charge peuvent influencer le fonctionnement et les caractéristiques assignées des circuits à l'intérieur de l'ensemble. Selon la source, le courant continu n'est probablement pas non plus totalement indépendant du temps et peut contenir une quantité considérable de courant périodique.

Un courant harmonique provient souvent de charges non linéaires. Ces charges sont de plus en plus courantes en raison de la prolifération de matériels tels que les lampes LED, les ordinateurs portables, les alimentations sans coupure et les charges raccordées à des variateurs de vitesse. Il convient que le concepteur de l'installation prenne en compte les effets des harmoniques lors de la spécification de l'ensemble. Dans certains cas, des filtres peuvent être utilisés pour réduire la teneur en harmoniques, voir 13.4.

5.7 Exigences d'essai sur site supplémentaires: câblage, performances fonctionnelles et fonction

La vérification individuelle de série est destinée à déceler les défauts des matériaux et les défauts de construction pour confirmer qu'un ensemble a été construit conformément à la spécification de conception, ainsi qu'à vérifier le fonctionnement correct de l'ensemble complet. Elle est effectuée sur chaque ensemble, normalement dans les locaux du constructeur.

Aucun essai sur site n'est exigé pour revérifier l'intégrité de l'ensemble. Dans les cas où les ensembles sont livrés dans des unités de transport, le constructeur peut recommander des essais pour confirmer que les unités de transport ont été correctement accouplées sur le site. Lorsque des parties sont installées dans l'ensemble sur site, il convient qu'elles soient installées et vérifiées conformément aux instructions du constructeur.

L'IEC 60364-6 définit la vérification sur site pour vérifier l'intégration correcte de l'ensemble dans le réseau. Si des essais sur site supplémentaires sont exigés par le constructeur, il convient que le prescripteur définisse ces essais.

6 Tenue aux courts-circuits

6.1 Généralités

Les courts-circuits dans des réseaux correctement conçus et gérés sont très rares, mais lorsqu'ils se produisent, ils imposent des exigences anormales aux ensembles. Les courants de court-circuit et l'interruption de ceux-ci provoquent différents types de contraintes:

- des forces énormes entre les conducteurs, d'attraction et de répulsion à la fréquence de l'alimentation, de l'ordre du kilonewton par mètre de longueur de conducteur;
- la température du conducteur peut augmenter très fortement en un temps très court (comportement essentiellement adiabatique);
- une ionisation de l'air due à la coupure d'arcs, entraînant une réduction de l'isolation de l'air et une éventuelle défaillance diélectrique;
- une surpression élevée à l'intérieur de l'enveloppe due à des dispositifs de protection contre les courts-circuits fonctionnant dans des conditions de défaut.

Il convient que les ensembles soient capables de résister aux contraintes mécaniques, thermiques et dynamiques résultant des courants de court-circuit disponibles fournis par la ou les sources de puissance auxquelles ils sont raccordés.

Sauf spécification contraire dans les instructions d'utilisation et d'entretien du constructeur, les ensembles qui ont subi un court-circuit exigent une certaine forme d'intervention. Il s'agit au minimum d'un examen et/ou un entretien par du personnel qualifié ou formé afin de déterminer la cause du défaut et si des travaux correctifs sont exigés pour rendre l'ensemble apte à un service ultérieur.

Dans certains cas, les composants qui ont subi un court-circuit ne sont pas aptes à un service ultérieur et sont à remplacer. Par exemple, il est généralement nécessaire de remplacer les composants de démarreurs de moteurs avec coordination du type "1" conformes à l'IEC 60947-4-1, alors que ceux avec coordination du type "2" conformes à la même norme sont, sous réserve d'un nombre maximal de manœuvres et de petits travaux d'entretien, aptes à un service ultérieur.

Il convient que les prescripteurs identifient la capacité des composants telle que définie dans les normes de produit les concernant et, le cas échéant, spécifient la capacité la plus appropriée pour leur application. En l'absence de spécification, le constructeur prend pour hypothèse que l'exigence minimale est adaptée à l'application, par exemple la coordination de type "1" dans les circuits de démarrage de moteur, les MCCB, dont le pouvoir de coupure ultime est égal au courant de court-circuit présumé.

6.2 Courant de court-circuit présumé aux bornes d'alimentation I_{cp} (kA)

Le courant de court-circuit présumé est la valeur efficace du courant qui circulerait si les conducteurs d'alimentation de l'ensemble étaient court-circuités avec une impédance négligeable aux bornes d'alimentation de l'ensemble. Il est généralement déterminé par l'alimentation en amont, par exemple le transformateur en amont et les éventuels conducteurs de raccordement. Dans la plupart des cas, les défauts survenant dans la pratique ont une impédance qui se traduit par un courant de défaut plus faible que le courant de court-circuit présumé. Par conséquent, le choix d'un ensemble conçu et vérifié pour le courant de défaut présumé comprend généralement une certaine marge de sécurité.

Dans les cas où un ensemble a plus d'une alimentation d'arrivée, il convient que le courant de court-circuit présumé prenne en compte toutes les alimentations qui peuvent fonctionner simultanément en parallèle.

Le courant de court-circuit présumé est généralement exprimé comme un courant efficace de courte durée pendant une durée déterminée, par exemple 0,2 s, 0,3 s ou 1 s, ou comme un

courant de court-circuit conditionnel, avec un courant de passage réduit correspondant, limité par le fonctionnement du dispositif de protection en amont.

En utilisant le courant de court-circuit présumé I_{cp} du système au point où il se connecte à l'ensemble, tel que défini par le prescripteur, le constructeur choisit un ensemble ayant une caractéristique assignée de court-circuit adéquate. Lorsque la caractéristique assignée de court-circuit est basée sur un courant de court-circuit conditionnel déterminé par la protection en amont, le constructeur de l'ensemble fournit des détails sur le dispositif de protection en amont exigé.

La terminologie permettant de définir la caractéristique assignée de court-circuit d'un ensemble est résumée comme suit:

- le courant assigné de crête admissible, I_{pk} ;
- le courant assigné de courte durée admissible, I_{cw} ;
- le courant conditionnel de court-circuit assigné d'un ensemble, I_{cc} .

Les ensembles sont protégés contre les courants de court-circuit au moyen, par exemple de disjoncteurs, de coupe-circuits à fusibles ou d'une combinaison des deux, dans le circuit d'arrivée ou en amont de l'ensemble. Lorsque la protection est, par exemple:

- i) un disjoncteur équipé d'une forme de protection à durée minimale définie, le courant de court-circuit présumé aux bornes d'arrivée de l'ensemble et la caractéristique assignée minimale de court-circuit de l'ensemble sont égaux à I_{cw} pendant une durée spécifiée; ou
- ii) un disjoncteur limiteur de courant ou un coupe-circuit à fusibles, le courant de court-circuit présumé aux bornes d'arrivée de l'ensemble et la caractéristique assignée minimale de court-circuit de l'ensemble sont égaux à I_{cc} .

Si le circuit d'arrivée ne comporte pas de protection, le courant de court-circuit présumé aux bornes d'arrivée se poursuit à l'intérieur de l'ensemble jusqu'aux circuits de départ. Si, comme c'est souvent le cas, l'unité fonctionnelle d'arrivée d'un ensemble est un dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC), elle peut réduire encore les contraintes de court-circuit en aval de l'unité fonctionnelle d'arrivée à l'intérieur de l'ensemble. Si un prescripteur a une préférence pour un type particulier de dispositif en tant qu'unité fonctionnelle d'arrivée, il convient qu'il le spécifie (voir 6.5).

La série de normes IEC 61439 prend pour hypothèse un facteur de puissance du courant de court-circuit qui est applicable dans la plupart des applications. Cependant, dans certaines installations, le facteur de puissance est inférieur à celui indiqué dans la norme. Cela entraîne des courants de crête plus élevés. Si tel est le cas, il convient que le prescripteur indique le facteur de crête applicable à son installation afin que le constructeur puisse en tenir compte dans la conception de l'ensemble.

En spécifiant un courant de court-circuit présumé plus élevé ou pour une durée plus longue que ce que le réseau exige, l'ensemble peut s'avérer plus coûteux que nécessaire. Par exemple, en spécifiant un courant de courte durée admissible avec une durée de 3 s alors que la protection agit en moins de 1 s, c'est la tenue aux courts-circuits, plutôt que le courant assigné, qui souvent détermine la caractéristique assignée des disjoncteurs et la section des conducteurs.

Il convient que le prescripteur indique le courant de court-circuit présumé, I_{cp} , applicable aux bornes d'arrivée de l'ensemble.

6.3 Courant de court-circuit présumé dans le neutre

Dans les circuits triphasés, le courant de défaut dans le neutre est réduit par rapport au courant de court-circuit triphasé par l'impédance dans le circuit du neutre. Dans un réseau typique, le courant de court-circuit dans le neutre ne dépasse pas 60 % de la valeur triphasée.

Si le circuit comporte un conducteur neutre et que le courant de court-circuit présumé dans le neutre dépasse 60 % du courant de court-circuit triphasé, il convient que le prescripteur indique la valeur exigée du courant de court-circuit maximal admissible dans le neutre.

6.4 Courant de court-circuit présumé dans le circuit de protection

Comme dans le cas du circuit du neutre, le courant de court-circuit présumé dans le circuit de protection est réduit, par rapport à la valeur triphasée, par l'impédance dans le circuit de protection. Par conséquent, le circuit de protection exige d'être pris en compte au même titre que le circuit du neutre (voir 6.3). Cependant, il convient que l'impédance du circuit de protection soit toujours suffisamment faible pour permettre à la protection de fonctionner en cas de défaut à la terre. Il est notamment nécessaire de tenir compte de cette exigence dans le cas de longs tronçons de câbles et de canalisation préfabriquée afin d'assurer une protection correcte. Pour cela, il est nécessaire qu'une étude de protection soit réalisée par le concepteur de l'installation.

6.5 Dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)

Le prescripteur peut indiquer que le dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC) d'arrivée est à inclure dans l'ensemble, ou qu'il est tenu d'être extérieur à l'ensemble. En variante, la recommandation du constructeur peut être acceptée.

Pour les ensembles dont l'unité d'arrivée comporte un dispositif de protection contre les courts-circuits, il convient que le prescripteur fournisse la valeur du courant de court-circuit présumé qui peut se produire aux bornes d'arrivée de l'ensemble.

De son côté, le constructeur fournit une documentation ou un étiquetage (marquage) de l'unité d'arrivée indiquant la tenue aux courts-circuits de cet ensemble protégé par l'unité fonctionnelle d'arrivée.

Si un disjoncteur à déclenchement temporisé est utilisé comme dispositif de protection contre les courts-circuits, le constructeur spécifie la temporisation maximale et le réglage correspondant au courant de court-circuit présumé indiqué.

Pour les ensembles dont le dispositif de protection contre les courts-circuits n'est pas intégré à l'unité d'arrivée, le constructeur indique la tenue aux courts-circuits d'une ou de plusieurs des manières suivantes:

- a) le courant assigné de courte durée admissible, I_{CW} , ainsi que la durée associée; et
- b) le courant assigné de crête admissible, I_{pk} ; ou
- c) le courant assigné de court-circuit conditionnel, I_{CC} , ainsi que le type et les réglages du DPCC nécessaire, ou en variante le pouvoir de coupure, la caractéristique de limitation de courant, I^2t , et le courant coupé limité, I_{lt} , du DPCC spécifié.

Pour un ensemble ayant plusieurs unités d'arrivée non susceptibles de fonctionner simultanément, la tenue aux courts-circuits peut être indiquée pour chacune des unités d'arrivée conformément à ce qui précède.

Voir 6.7 pour les informations concernant un ensemble comportant plusieurs unités d'arrivée susceptibles de fonctionner simultanément ou comportant une unité d'arrivée et une ou plusieurs unités de départ de grande puissance susceptibles de contribuer au courant de court-circuit.

Il convient que le prescripteur précise toute fonction de protection supplémentaire exigée du dispositif de protection contre les courts-circuits d'arrivée, telle qu'une protection contre les surcharges de l'ensemble ou toute protection supplémentaire telle qu'une limitation des défauts d'arc interne.

Le courant de court-circuit conditionnel d'un circuit d'un ensemble, I_{CC} , prend en compte que les DPCC de limitation de courant peuvent réduire les contraintes de court-circuit en aval du DPCC à l'intérieur de l'ensemble. En ce qui concerne les circuits de départ, l'énergie coupée limitée est tenue d'être supportée par les câbles et le matériel, et elle est déterminée par les caractéristiques du DPCC.

Il convient que les prescripteurs soient conscients que certains dispositifs de protection contre les courts-circuits ne sont pas aptes à être utilisés par des personnes ordinaires, par exemple les disjoncteurs conformément à l'IEC 60947-2, certains coupe-circuits à fusibles conformément à l'IEC 60269-2.

6.6 Coordination des dispositifs de protection contre les courts-circuits, y compris les informations relatives au dispositif de protection externe contre les courts-circuits

Par hypothèse, le prescripteur a mené une étude de conception du réseau et déterminé le type de dispositifs de protection nécessaires et a inclus les détails appropriés dans sa spécification.

Les appareils de connexion et les composants incorporés dans les ensembles sont tenus de se conformer aux normes correspondantes de l'IEC.

Le constructeur est tenu de choisir les appareils de connexion et les composants de manière à convenir à leur application particulière en ce qui concerne la conception externe de l'ensemble (par exemple ouvert ou sous enveloppe), leurs tensions assignées, leurs courants assignés, leur fréquence assignée, leur durée de vie, leurs pouvoirs de fermeture et de coupure, leur tenue aux courts-circuits, etc.

Il est nécessaire de protéger de façon appropriée tout appareil de connexion et composant, dont la tenue aux courts-circuits et/ou le pouvoir de coupure sont inférieurs au courant de défaut susceptible de se produire sur le lieu de l'installation, au moyen de dispositifs de protection limiteurs de courant, par exemple des coupe-circuits à fusibles ou des disjoncteurs.

La coordination des appareils de connexion et des composants, par exemple la coordination des démarreurs de moteur équipés de dispositifs de protection contre les courts-circuits est tenue de se conformer aux normes IEC pertinentes.

Si les conditions de fonctionnement exigent une continuité maximale d'alimentation, les réglages ou le choix des dispositifs de protection contre les courts-circuits à l'intérieur de l'ensemble sont à classer de telle sorte qu'un court-circuit se produisant dans tout circuit de dérivation de départ soit éliminé par l'appareil de connexion installé dans le circuit de dérivation en défaut sans affecter les autres circuits de dérivation de départ, assurant ainsi la sélectivité du système de protection. Pour plus d'information, voir IEC TR 61912-2.

Il convient que la coordination des dispositifs de protection soit soumise à accord entre le constructeur et le prescripteur. Les renseignements donnés dans la documentation du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

6.7 Données associées à des charges susceptibles de contribuer au courant de court-circuit

Un ensemble peut comporter plusieurs unités d'arrivée susceptibles de fonctionner simultanément et une ou plusieurs unités de départ de grande puissance susceptibles de contribuer au courant de court-circuit. Dans ce cas, il convient que le prescripteur fournisse des données appropriées pour les circuits concernés. Le constructeur détermine alors les valeurs

du courant de court-circuit présumé disponibles pour chaque unité d'arrivée, chaque unité de départ et les jeux de barres, et fournit l'ensemble en conséquence.

6.8 Alimentations multiples

Il convient que le prescripteur informe le constructeur d'ensembles lorsqu'un ensemble est raccordé à plusieurs alimentations d'arrivée (deux transformateurs, piles solaires, éoliennes, batteries, etc.). De même, il convient que le prescripteur informe le constructeur de tout circuit qui peut être utilisé comme circuit d'arrivée et de départ, par exemple une installation de prosommateur. Il convient que toute exigence d'indication par voie d'étiquetage soit soumise à accord entre le prescripteur et le constructeur. En règle générale, celle-ci est au minimum conforme à la partie applicable de la série IEC 60364 ou aux règles locales d'installation de câblage.

7 Protection des personnes contre les chocs électriques

7.1 Généralités

Nombre des exigences décrites dans le présent document contribuent à l'aptitude de l'ensemble à assurer la protection des personnes contre les chocs électriques conformément à l'IEC 60364-4-41. Elles comprennent les caractéristiques pertinentes de l'environnement de l'installation, les facilités d'exploitation, les capacités d'entretien et d'évolution, le courant admissible et la tenue aux courts-circuits.

En outre, les méthodes utilisées pour la protection contre le contact avec les parties actives font partie intégrante de la protection des personnes contre les chocs électriques; elles sont décrites à l'aide des éléments suivants:

- protection principale (protection contre les contacts directs);
- protection en cas de défaut (protection contre les contacts indirects).

Si l'ensemble contient des matériels qui peuvent présenter des courants de contact en régime établi et des charges électriques après avoir été mis hors tension (condensateurs, etc.), une étiquette d'avertissement est fournie.

Les moyens d'assurer la protection contre les chocs électriques, y compris l'intégration de l'ensemble dans l'installation, sont donnés dans l'IEC 60364-4-41. En outre, une protection en cas de défaut est assurée par l'ensemble. Dans certains cas, les moyens de protection en cas de défaut peuvent être choisis parmi des options normalisées. Si tel est le cas, il convient que le prescripteur indique toute préférence pour l'une des options normalisées détaillées ci-dessous.

7.2 Protection principale (protection contre les contacts directs)

7.2.1 Généralités

La protection principale est destinée à empêcher tout contact direct avec les parties actives dangereuses. Elle peut être obtenue soit par des mesures appropriées de construction de l'ensemble à proprement parler, soit par des mesures supplémentaires prises lors de l'installation, par exemple l'installation dans un emplacement dont l'accès est réservé au seul personnel autorisé.

Les différentes parties de produit pertinentes de la série IEC 61439 définissent différentes exigences minimales, en fonction des applications typiques du produit en question.

Les constructeurs choisissent des mesures constructives pour assurer une protection principale, en utilisant l'une ou les deux mesures de protection décrites ci-dessous.

7.2.2 Isolation principale assurée par des matériaux isolants

Les parties actives dangereuses sont à recouvrir complètement par une isolation solide qui peut uniquement être retirée à l'aide d'un outil ou par sa destruction. Il est exigé que l'isolation soit faite de matériaux isolants appropriés capables de remplir leur fonction prévue (résister aux contraintes mécaniques électriques et thermiques auxquelles l'isolation est susceptible d'être soumise en service normal) tout au long de la durée de vie prévue de l'ensemble.

Il est nécessaire que les prescripteurs qui exigent des "jeux de barres isolés" déterminent l'objectif de l'isolation des jeux de barres (par exemple protection contre les chocs électriques, réduction du risque d'apparition d'arc interne (voir D.2.1)) et en informent le constructeur, afin que celui-ci puisse fournir une solution appropriée.

7.2.3 Isolation principale par barrières ou enveloppes

Les parties actives à isolement dans l'air se trouvent à l'intérieur d'enveloppes ou derrière des barrières assurant au moins un degré de protection IPXXB. Les surfaces supérieures horizontales des enveloppes accessibles ayant une hauteur ne dépassant pas 1,6 m au-dessus de l'aire de passage fournissent un degré de protection d'au moins IPXXD, car elles sont facilement accessibles et plus susceptibles de laisser entrer de petits objets et outils tenus par le personnel.

Dans le cas des ensembles pour montage mural, s'ils ne sont pas définis, il convient que le prescripteur indique la hauteur de montage prévue de l'ensemble.

Le constructeur peut construire l'ensemble de manière à ce qu'il puisse être ouvert ou que les barrières puissent être enlevées pour l'entretien (voir Article 12). Pour cette disposition, au moins une des conditions suivantes s'applique:

- a) une clé ou un outil est exigé pour ouvrir la porte, retirer le panneau ou débloquent un verrouillage;
- b) le sectionnement de l'alimentation des parties actives qui sont protégées par les barrières ou les enveloppes est exigé avant que l'enveloppe puisse être ouverte ou les barrières retirées. En outre, il convient qu'il ne soit pas possible de rétablir l'alimentation tant que l'enveloppe n'a pas été fermée et/ou les barrières remises en place;
- c) une barrière intermédiaire assurant un degré de protection d'au moins IPXXB empêche le contact avec les parties actives, le retrait de la barrière exigeant l'utilisation d'une clé ou d'un outil.

Le cas échéant, l'isolation des parties actives dangereuses ou le boîtier intégré isolé d'un appareil peut constituer une barrière.

7.3 Protection en cas de défaut (protection contre les contacts indirects)

7.3.1 Généralités

La protection en cas de défaut est destinée à assurer une protection contre les conséquences d'un défaut à l'intérieur de l'ensemble et celles d'un défaut dans un circuit externe alimenté par l'intermédiaire de l'ensemble. Normalement, l'ensemble comprend des mesures de protection et convient à l'installation dans un réseau conçu pour être conforme à l'IEC 60364-4-41. Il convient que les mesures de protection convenant à d'autres types d'installations soient soumises à accord entre le constructeur et le prescripteur.

Pour la protection en cas de défaut, il convient d'appliquer au moins une des trois mesures de protection décrites de 7.3.2 à 7.3.4.

7.3.2 Exigences pour le conducteur de protection pour faciliter la coupure automatique de l'alimentation

7.3.2.1 Défauts à l'intérieur de l'ensemble (ensemble avec protection de classe I)

Chaque ensemble comprend un moyen de protection tel que, en cas de défaut à l'intérieur de l'ensemble, il déclenche automatiquement la déconnexion de l'alimentation d'un circuit en défaut et/ou de l'ensemble complet.

Pour un circuit de protection adéquat, toutes les masses de l'ensemble sont reliées entre elles, en tenant compte de ce qui suit:

- a) lorsqu'une partie de l'ensemble est retirée, il convient que les circuits de protection (continuité de la mise à la terre) vers le reste de l'ensemble ne soient pas interrompus;
- b) pour les couvercles, portes, plaques de fermeture et autres pièces analogues, les connexions métalliques vissées et les charnières métalliques utilisées couramment sont considérées comme suffisantes pour assurer la continuité, à condition qu'aucun matériel électrique dépassant les limites de la très basse tension n'y soit fixé.

Si de l'appareillage ayant une tension dépassant les limites de la très basse tension est fixé à des couvercles, des portes ou des plaques de fermeture, des mesures supplémentaires sont prises pour assurer la continuité à la terre. Un conducteur de protection (PE) ou un raccordement électrique équivalent spécifiquement conçu et vérifié à cet effet est utilisé.

Les masses d'un appareil qui ne peuvent pas être raccordées au circuit de protection par les moyens de fixation de l'appareil sont raccordées au circuit de protection de l'ensemble par un conducteur d'une section adéquate.

Il n'est pas nécessaire de raccorder à un conducteur de protection certaines masses de petites dimensions (petites parties ne dépassant pas 50 mm × 50 mm) d'un ensemble qui ne constituent pas un danger. Cela s'applique aux vis, rivets, plaques signalétiques, parties de petits appareils et autres.

Le raccordement d'une masse au circuit de protection d'arrivée est considéré comme suffisant si la résistance de cette connexion est inférieure à 0,1 Ω.

7.3.2.2 Défauts dans les circuits externes alimentés par l'intermédiaire de l'ensemble (ensemble avec protection de classe I ou de classe II)

Le circuit de protection à l'intérieur d'un ensemble fait, dans la plupart des installations, partie intégrante du circuit de protection d'un circuit en aval d'un ensemble. Tout courant dans le circuit de protection en aval de l'ensemble passe à travers le circuit de protection jusqu'à ce qu'il soit interrompu par le dispositif de protection contre les courts-circuits, à l'intérieur de l'ensemble, protégeant ainsi le circuit en défaut.

Par conséquent, le constructeur fournit un circuit de protection à l'intérieur de l'ensemble qui est capable de résister aux contraintes thermiques et dynamiques les plus élevées susceptibles de se produire sur le lieu d'installation de l'ensemble, pour les défauts dans les circuits externes alimentés à travers l'ensemble. Le circuit de protection fourni peut être l'enveloppe ou le châssis de l'ensemble et/ou un conducteur indépendant.

A l'exception des cas mentionnés ci-dessous, les conducteurs de protection situés à l'intérieur d'un ensemble ne comprennent pas de dispositif de sectionnement (interrupteur, sectionneur, etc.):

- les barrettes pouvant être enlevées sont autorisées dans le conducteur de protection, mais il convient qu'elles puissent uniquement être enlevées à l'aide d'un outil et qu'elles soient accessibles seulement par le personnel autorisé;

- les prises de courant peuvent uniquement interrompre le circuit de protection après l'interruption des conducteurs actifs et il convient que la continuité du circuit de protection soit établie avant que les conducteurs actifs soient de nouveau raccordés.

7.3.3 Séparation électrique

La protection par séparation électrique signifie qu'il n'y a aucun chemin, lors d'un premier défaut, pour qu'un courant circule en cas de défaillance de l'isolation principale à l'intérieur de l'ensemble ou d'un circuit en aval de l'ensemble. Le contact avec des masses, qui peuvent être sous tension en raison d'un défaut, n'entraîne pas de choc électrique.

En général, le circuit séparé est alimenté par un transformateur d'isolement, dont l'enroulement secondaire n'est pas relié à la terre. Il convient que les prescripteurs qui envisagent cette forme de protection soient pleinement conscients de ses avantages et de ses limites et qu'ils spécifient leurs exigences en conséquence.

7.3.4 Protection de classe II (isolation double ou renforcée)

La protection par isolation double ou renforcée est un moyen d'assurer une protection adéquate contre les chocs électriques sans nécessiter de circuit de protection accessible. Avec cette autre forme de construction, le matériel est totalement isolé et ne comporte aucune masse. Par conséquent, le contact avec un tel ensemble ne peut pas entraîner de choc électrique.

Les ensembles protégés par une isolation double ou renforcée peuvent assurer une plus grande continuité de l'alimentation, car les défauts à la terre sont exclus. Toutefois, il est possible qu'un premier défaut ne soit pas détecté sans une certaine forme de surveillance. Certaines réglementations locales stipulent une isolation double ou renforcée pour les ensembles.

La construction d'ensembles protégés par une isolation double ou renforcée exige des caractéristiques spécifiques afin qu'une protection adéquate contre les chocs électriques soit assurée dans toutes les conditions de fonctionnement prévues.

Il convient que les prescripteurs qui envisagent cette forme de protection contre les contacts indirects soient conscients de ses avantages et de ses limites et qu'ils la spécifient le cas échéant.

8 Environnement de l'installation

8.1 Généralités

L'environnement d'installation d'un ensemble définit les conditions ambiantes sur le lieu d'installation, en précisant les conditions de fonctionnement telles que la présence de liquides, de corps étrangers, d'impacts mécaniques, de rayonnement UV, d'éclairement énergétique solaire, de substances corrosives, de température, d'humidité, de pollution, d'altitude et de compatibilité électromagnétique (CEM).

Les ensembles conformes à la série IEC 61439 sont destinés à être utilisés dans les conditions normales d'emploi indiquées dans chaque article du présent document. Pour chaque condition considérée, une valeur type est proposée, ou des options sont définies. Si des options sont énumérées, il convient que le prescripteur indique l'option qui répond à ses besoins. Si les conditions d'emploi sont plus difficiles ou spéciales, il convient que le prescripteur informe le constructeur de ces conditions d'emploi exceptionnelles.

De plus, il convient que le prescripteur informe le constructeur de toute préférence ou restriction concernant les matériaux, par exemple si l'installation exige des matériaux sans halogène ou sans silicone.

8.2 Type d'emplacement

Un ensemble peut être spécifié comme convenant à des locaux intérieurs ou extérieurs.

Le choix d'un local intérieur ou extérieur fait varier les conditions normales:

- de protection contre la pénétration de corps étrangers solides ou d'eau (voir 8.3);
- d'exposition aux rayonnements (voir 8.5);
- de température ambiante (voir 8.7); et
- d'humidité relative (voir 8.8).

Il peut également modifier les exigences relatives:

- aux impacts mécaniques externes (voir 8.4);
- à la corrosion (voir 8.6);
- au degré de pollution (voir 8.9); ou
- à des conditions spéciales d'emploi (voir 8.12).

Si le prescripteur indique un local extérieur, il convient de prendre en compte l'environnement de l'installation (pluie, effets du soleil, vent, neige, glace).

Il convient que le prescripteur indique quel type de local s'applique.

8.3 Protection contre l'accès à des parties dangereuses, contre la pénétration de corps étrangers solides et l'infiltration d'eau (code IP)

Le degré de protection procuré par un ensemble contre les contacts avec des parties actives, contre la pénétration de corps étrangers solides et d'eau est indiqué par le code IP conformément à l'IEC 60529.

Les prescripteurs peuvent indiquer un code IP pour l'ensemble convenant à leur application. D'autres détails et codes IP types pour différentes applications sont donnés dans le Tableau 1, le Tableau 2 et Tableau 3.

Le degré de protection d'un ensemble sous enveloppe est d'au moins IP2X, après une installation conforme aux instructions du constructeur. Le degré de protection procuré par la face avant d'un ensemble ouvert à protection frontale est d'au moins IPXXB.

Dans le cas des ensembles destinés à être utilisés à l'extérieur n'ayant pas de protection supplémentaire, le second chiffre caractéristique est d'au moins 3.

NOTE Pour les installations à l'extérieur, un auvent est un exemple de protection supplémentaire.

Sauf spécification contraire, le degré de protection indiqué par le constructeur s'applique à l'ensemble complet installé conformément aux instructions du constructeur. Si un ensemble n'a pas le même code IP dans sa totalité, le constructeur déclare le code IP de chacune des parties.

Pour les ensembles incorporant des parties débrochables, le degré de protection indiqué pour l'ensemble s'applique normalement à la position raccordée des parties débrochables. Le constructeur d'ensembles doit indiquer le degré de protection obtenu dans les autres positions et au cours du passage entre les positions.

Les ensembles qui possèdent des parties débrochables peuvent être conçus de telle manière que le degré de protection qui s'applique à la position raccordée soit maintenu au cours de l'essai et dans les positions de sectionnement. Lors du passage d'une position à l'autre, la protection IP peut ne pas être maintenue lorsque la portion débrochable, les volets, etc. se déplacent par rapport à la portion fixe.

Tableau 1 – Codes IP, premier chiffre

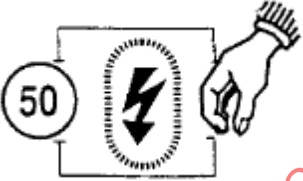
Premier chiffre				
IP	Exigences relatives à la protection contre la pénétration de corps solides	Protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses avec:	Schéma représentatif	Exemple
0	Aucune protection.	Non protégé		Ensembles ouverts situés dans des salles des commutateurs dédiées à accès restreint. Compartiment d'un ensemble dont la porte est ouverte
1	Pénétration totale d'un objet de diamètre supérieur ou égal à 50 mm non admise.	Dos de la main		Ensembles situés dans des salles des commutateurs à accès restreint.
2	Pénétration totale d'un objet de diamètre supérieur ou égal à 12,5 mm non admise.	Doigt – il doit être suffisamment éloigné des parties dangereuses		Ensemble ou partie d'ensemble équipé d'une grille de ventilation situé dans des zones à accès restreint.
3	Les objets de diamètre supérieur ou égal à 2,5 mm ne doivent pas pénétrer.	Outil		Spécification habituelle pour un ensemble sous enveloppe ventilé pour installation à l'intérieur Accès non limité.
4	Les objets de diamètre supérieur ou égal à 1,0 mm ne doivent pas pénétrer.	Fil		Ensemble sous enveloppe ventilé pour installation à l'intérieur présentant un haut risque de contamination. Accès non limité.
5	Pénétration limitée de poussière admise (pas de dépôt ayant un effet nuisible susceptible de compromettre la sécurité).	Fil		Ensemble en environnement poussiéreux.
6	Protection totale contre la pénétration de poussière.	Fil		Ensemble en environnement de poussière conductrice.

Tableau 2 – Codes IP, deuxième chiffre

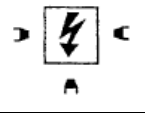
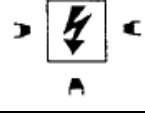
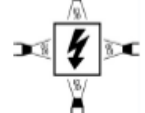
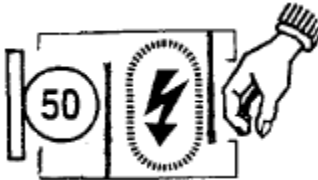
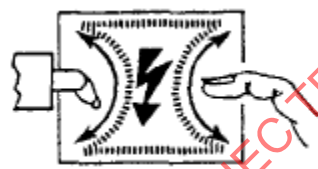
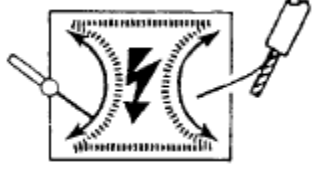
Deuxième chiffre				
IP	Exigences relatives à la protection contre la pénétration de l'eau	Schéma représentatif	Protection contre l'eau	Exemple
0	Aucune protection.		Non protégé	Environnement intérieur sec.
1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau.		Tombant verticalement	Local avec condensation.
2	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau avec l'enveloppe inclinée au maximum de 15° par rapport à la verticale. Pénétration limitée admise.		Tombant verticalement	Ensemble situé sur un bateau ou un tableau de distribution installé avec un faible angle par rapport à la verticale. IPX2 ne procure pas de protection contre l'eau des extincteurs automatiques d'incendie.
3	Protégé contre la pluie jusqu'à un angle de 60° par rapport à la verticale. Pénétration limitée admise.		Pluie limitée	Protection contre la pluie ^a .
4	Protégé contre les projections dans toutes les directions. Pénétration limitée admise.		Projections dans toutes les directions	Pluie et projections dans toutes les directions ^a Installation comprenant des canalisations d'eau à basse pression qui peuvent éclater.
5	Protégé contre les jets d'eau. Pénétration limitée admise.		Jets d'arrosage dans toutes les directions	Ensemble situé dans une zone qui est arrosée, par exemple usine de transformation alimentaire.
6	Protégé contre les jets d'eau puissants. Pénétration limitée admise.		Jets d'arrosage puissants dans toutes les directions	Ensemble situé dans une zone arrosée sous pression, par exemple abattoir.
7	Protégé contre les effets de l'immersion entre 15 cm et 1 m.		Immersion temporaire	Zone potentiellement inondable.
8	Protégé contre les longues périodes d'immersion sous pression.		Immersion permanente	Ensembles situés dans des zones soumises à immersion fréquente, par exemple boîtes de liaison souterraines.
9	Protégé contre les jets d'eau à pression et température élevées.		Jets d'eau chauds et puissants dans toutes les directions	Ensembles situés dans des stations de lavage de voitures.
^a Des considérations supplémentaires sont nécessaires pour le matériel convenant à une utilisation à l'extérieur, par exemple la stabilisation aux UV, la protection contre la corrosion				

Tableau 3 – Codes IP, lettre supplémentaire (facultative)

Lettre supplémentaire (facultative)				
IP	Exigence	Protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses avec:	Schéma représentatif	Exemple
A Pour emploi avec le premier chiffre 0	Pénétration de la sphère de 50 mm de diamètre jusqu'à la barrière, ne devant pas toucher les parties dangereuses	Dos de la main		Rarement utilisé pour les ensembles
B Pour emploi avec les premiers chiffres 0 et 1	Pénétration du doigt d'essai jusqu'à 80 mm au maximum, ne devant pas toucher les parties dangereuses	Doigt		Ensembles pour lesquels une protection contre les chocs électriques pour les personnes qualifiées est exigée, par exemple postes de distribution
C Pour emploi avec les premiers chiffres 1 et 2	Fil de 2,5 mm de diamètre et de 100 mm de longueur, ne devant pas toucher les parties dangereuses	Outil		Ensembles pour lesquels une protection contre les chocs électriques pour les personnes ordinaires est exigée, par exemple tableaux de répartition domestiques
D Pour emploi avec les premiers chiffres 2 et 3	Fil de 1,0 mm de diamètre et de 100 mm de longueur, ne devant pas toucher les parties dangereuses			Surface supérieure d'un tableau de distribution ou d'un pupitre de conduite

8.4 Impacts mécaniques externes (code IK)

La série IEC 61439 utilise une approche axée sur la performance pour définir les propriétés de résistance mécanique. C'est une alternative à la description détaillée d'une conception constructive spécifique. Elle comprend des exigences en matière d'impacts mécaniques qui démontrent les performances mécaniques appropriées de l'enveloppe.

Lorsqu'elle est précisée, la résistance aux impacts mécaniques procure un niveau de protection minimal contre les coups et les secousses en service. L'approche suivie par les différentes parties de la série IEC 61439 est différente en fonction de l'application. Par exemple:

- 1) L'IEC 61439-2 ne spécifie pas de niveau minimal de résistance aux impacts, car ces ensembles sont destinés à être situés dans des zones où il y a un certain contrôle des personnes exposées à l'ensemble. Toutefois, la spécification d'un code IK conformément à l'IEC 62262 est facultative.
- 2) Il convient qu'un tableau de répartition conforme à l'IEC 61439-3, destiné à être utilisé par des personnes ordinaires, ait un niveau de résistance minimal aux impacts (code IK conformément à l'IEC 62262) pour les installations à l'intérieur et à l'extérieur;

- 3) L'IEC 61439-5 et l'IEC 61439-7, qui couvrent les ensembles présentant un risque plus élevé de dommages dus aux impacts lorsqu'ils sont installés sur les trottoirs et autres lieux similaires dont l'accès n'est pas restreint aux personnes ordinaires, comprennent des exigences spécifiques et plus strictes en matière de résistance mécanique et d'impact.

Après l'essai, il peut y avoir des dommages superficiels qui n'affectent pas la performance de l'ensemble, comme défini dans la partie de produit pertinente de la série IEC 61439.

Sauf spécification contraire dans la partie de produit pertinente de la série IEC 61439, la résistance aux impacts mécanique ne s'applique pas aux relais, instruments, dispositifs d'affichage, etc., montés sur les parties externes de l'ensemble.

8.5 Résistance aux rayonnements

8.5.1 Généralités

Le rayonnement solaire a deux impacts sur les ensembles:

- 1) l'effet thermique causé par le spectre complet de la lumière du soleil qui est généralement appelé éclairage énergétique solaire; et
- 2) le rayonnement UV qui a une longueur d'onde plus courte que celle de la lumière visible et qui peut dégrader les matériaux synthétiques.

Tout autre type de rayonnement est considéré comme une condition spéciale d'emploi et est soumis à accord entre le prescripteur et le constructeur.

8.5.2 Éclairage énergétique solaire

L'éclairage énergétique solaire est la puissance par unité de surface reçue du soleil sous forme de rayonnement électromagnétique. Il a pour effet d'ajouter de la chaleur aux ensembles exposés à la lumière directe du soleil. À l'exception des ensembles pour applications photovoltaïques (PV), ce phénomène n'est pas traité dans la série IEC 61439. La manière dont les effets sont pris en compte, par exemple l'ombrage, le déclassement, la charge par rapport au moment où les effets du soleil se produisent, est soumise à accord entre le prescripteur et le constructeur.

8.5.3 Rayonnement ultraviolet (UV)

De nombreux polymères naturels et synthétiques sont dégradés par le rayonnement ultraviolet. Les produits utilisant ces matériaux peuvent se fissurer ou se désintégrer si la stabilité aux UV n'est pas assurée.

La résistance au rayonnement UV des enveloppes des ensembles pour installation à l'extérieur conformes à la série IEC 61439, qui sont destinés à être exposés directement aux rayons du soleil et qui sont construits en matière synthétique ou fabriqués en métal recouvert de matière synthétique, est vérifiée. Le niveau de résistance est suffisant pour obtenir des performances satisfaisantes dans les climats tempérés. Lorsqu'un ensemble est soumis à une lumière solaire intense, il convient que le prescripteur indique ses exigences et convienne avec le constructeur des moyens de fournir des niveaux de résistance aux rayons UV plus élevés.

Si les ensembles pour installation à l'intérieur sont soumis à la lumière du soleil, par exemple dans une serre, les parties nuisibles des rayons UV sont normalement filtrées par le verre.

8.6 Tenue à la corrosion

Pour démontrer la tenue à la corrosion, des essais de vérification de la conception conformes à la série IEC 61439 sont effectués sur des échantillons représentatifs ou des parties de l'ensemble conformément à des normes reconnues. Il s'agit d'essais de vieillissement accéléré qui utilisent des produits chimiques et des procédés pour simuler en un temps très court l'exposition de l'ensemble à une atmosphère normale pendant sa durée de vie prévue.

La norme exige que tous les ensembles soient résistants à un niveau de corrosion de base. Il y a deux niveaux pour les parties en métal ferreux des ensembles:

- 1) l'essai de sévérité A: matériel pour installation à l'intérieur et parties internes du matériel pour installation à l'extérieur; et
- 2) l'essai de sévérité B: parties externes du matériel pour installation à l'extérieur situé dans des environnements normaux.

Pour le matériel destiné à être installé à l'extérieur, lorsqu'un service exceptionnellement long sans entretien est exigé ou lorsque des conditions particulièrement difficiles prévalent (par exemple l'exposition aux embruns), une protection et/ou des mesures supplémentaires peuvent être nécessaires. Il convient que le prescripteur indique ces exigences exceptionnelles et s'accorde avec le constructeur des moyens d'assurer une protection adéquate contre la corrosion, par exemple, l'utilisation d'enveloppes en acier inoxydable dans les applications côtières.

La résistance à la corrosion considérée ci-dessus a trait aux pièces ferreuses. Les autres formes de corrosion dues à des substances chimiques sont considérées comme des conditions spéciales d'emploi.

8.7 Température de l'air ambiant

Sauf accord contraire, les ensembles conformes à la série IEC 61439 sont conçus pour fonctionner dans une plage de températures ambiantes:

- pour les installations à l'intérieur:
 - limite inférieure: $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - limite supérieure: $40\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - moyenne journalière maximale: $35\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- pour les installations à l'extérieur:
 - limite inférieure: $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - limite supérieure: $40\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - moyenne journalière maximale: $35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Les normes reconnaissent que de nombreux ensembles sont installés à des températures hors de la plage décrite ci-dessus. En particulier, les ensembles installés à des températures ambiantes plus élevées ou plus basses sont pris en compte dans la norme.

En général, un constructeur s'assure, par l'application d'un déclassement si nécessaire, que les températures totales ne dépassent pas celles stipulées pour les conditions normales de fonctionnement. Par exemple:

- l'échauffement admissible maximal des bornes de câbles est de 70 K pour une température ambiante moyenne journalière de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. C'est pourquoi la température moyenne journalière totale admissible maximale des bornes de câbles est de $105\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- pour maintenir la même température totale pour une température ambiante moyenne journalière de $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, l'échauffement maximal pour les bornes de câble est de: $(105 - 45) = 60\text{ K}$.

NOTE Les températures réelles des ensembles, y compris des panneaux et des poignées, sont élevées. L'échauffement est la différence entre la température de fonctionnement de la partie de l'ensemble et la température de l'air entourant l'ensemble.

Pour tenir compte de températures ambiantes plus élevées, les échauffements sont réduits par la différence entre la température ambiante moyenne maximale journalière indiquée dans la norme et la température ambiante moyenne journalière prévalant sur le site. Comme certaines parties d'ensemble conformes à l'IEC 61439 ont un échauffement faible, par exemple celui des

poignées métalliques qui est limité à 15 K, une certaine prudence sur cette approche est nécessaire pour les ensembles devant être utilisés à des températures ambiantes élevées.

8.8 Humidité relative maximale

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. L'humidité relative est la vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport au maximum possible (saturation totale), elle est exprimée en pourcentage. Comme la quantité de vapeur d'eau nécessaire pour atteindre la saturation totale dans un volume d'air donné augmente avec la température, l'humidité relative dépend de la température.

L'air à l'intérieur et autour de l'ensemble contient toujours un peu d'humidité et, dans certaines conditions de température et d'humidité, il est probable que de la condensation se forme. L'humidité contaminée peut augmenter la probabilité de cheminement sur l'isolation, réduire la rigidité diélectrique de l'air et être absorbée par certains matériaux isolants, ce qui entraîne un claquage de l'isolation.

Les ensembles sont conçus pour pouvoir fonctionner dans des conditions où l'humidité est la suivante:

- pour les installations à l'intérieur:
limite supérieure: 57 % à 40 °C pour l'air propre;
une humidité relative plus élevée peut être autorisée à des températures plus basses, par exemple 95 % de –5 °C à +30 °C. Une condensation modérée qui peut se produire occasionnellement en raison des variations de température est prise en compte;
- pour les installations à l'extérieur:
limite supérieure: 100 % de –25 °C à +27 °C.

Si des conditions plus défavorables s'appliquent, il convient que le prescripteur les mentionne. Les effets d'une humidité élevée et de la condensation peuvent être atténués par l'augmentation des distances d'isolement et des lignes de fuite, la ventilation, l'utilisation de chauffage pour augmenter la température et stimuler la circulation de l'air, une isolation faiblement hygroscopique, etc.

8.9 Degré de pollution

Selon le lieu d'installation, il est prévu que l'air autour et à l'intérieur de l'ensemble contienne un certain niveau de pollution. Les conditions d'environnement sur le lieu d'installation sont considérées comme un "macroenvironnement", tandis que le "microenvironnement" désigne les conditions à l'intérieur de l'ensemble. Le prescripteur doit indiquer le degré de pollution à l'extérieur de l'ensemble à son lieu d'installation. En fonction de la protection procurée par l'enveloppe de l'ensemble, le constructeur de l'ensemble déduit alors le degré de pollution du microenvironnement à l'intérieur de l'ensemble.

Les quatre degrés de pollution suivants sont établis pour décrire la sévérité:

- Degré de pollution 1:
Pas de pollution ou seulement une pollution sèche non conductrice. La pollution n'a aucune influence.
- Degré de pollution 2:
Présence uniquement d'une pollution non conductrice. Occasionnellement, une conductivité temporaire provoquée par la condensation peut cependant être prévue.
- Degré de pollution 3:
Présence d'une pollution conductrice ou d'une pollution sèche non conductrice, susceptible de devenir conductrice par suite de condensation.

- Degré de pollution 4:

Il se produit une conductivité persistante causée par de la poussière conductrice, la pluie ou d'autres conditions humides.

En cas de conditions particulières sur le site d'installation, il convient que le prescripteur indique le degré de pollution pour le macroenvironnement: 1, 2, 3 ou 4. Sauf indication contraire du prescripteur, le constructeur fournit un ensemble convenant pour:

- les applications industrielles: degré de pollution 3;
- les applications domestiques et similaires: degré de pollution 2.

NOTE 1 Comme le microenvironnement à l'intérieur de l'ensemble peut différer du macroenvironnement, le constructeur déduit le degré de pollution du microenvironnement à l'intérieur de l'ensemble. C'est la base de l'évaluation des distances d'isolement et des lignes de fuite à l'intérieur de l'ensemble et du choix des appareils et des composants appropriés à incorporer dans l'ensemble.

NOTE 2 Les effets de niveaux de pollution plus élevés dans le macroenvironnement peuvent être atténués par l'utilisation d'enveloppes offrant des niveaux de protection IP plus élevés, des lignes de fuite plus importantes, un matériau isolant avec un indice de résistance au cheminement plus élevé, etc.

8.10 Altitude

L'altitude affecte les performances de l'ensemble. Aux altitudes élevées, l'air est moins dense et, dans le cas d'ensembles pour installation à l'extérieur, le rayonnement UV peut être plus intense.

Comme l'air est moins dense aux altitudes élevées:

- 1) il refroidit moins efficacement l'ensemble: un déclassement du courant peut être nécessaire;
- 2) sa rigidité diélectrique est réduite: les capacités de coupure peuvent être réduites et les distances d'isolement peuvent devoir être augmentées.

Sauf recommandation contraire du constructeur, les ensembles sont conçus pour fonctionner à des altitudes inférieures ou égales à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer. Il peut y avoir des exceptions lorsque le matériel convient uniquement aux basses altitudes; par exemple il peut être nécessaire de déclasser le matériel électronique utilisé à des altitudes supérieures à 1 000 m pour tenir compte de la réduction de l'effet de refroidissement de l'air.

Il convient que le prescripteur indique dans sa spécification si le site d'installation de l'ensemble dépasse 2 000 m au-dessus du niveau de la mer, le constructeur peut ainsi fournir un matériel approprié. Un déclassement peut être exigé en tenant compte de la possibilité d'une condensation accrue, etc.

Pour les applications à l'extérieur, et par accord entre l'utilisateur et le constructeur, les effets de refroidissement moindres aux altitudes élevées peuvent dans certains cas être compensés par la température moyenne de l'air ambiant plus basse.

8.11 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Il est nécessaire que les ensembles soient tolérants à toutes les perturbations électromagnétiques d'autres matériels conformes aux mêmes exigences de CEM applicables à leur lieu d'installation. De même, il convient qu'ils n'émettent pas de perturbations qui causent des interférences à tout dispositif susceptible d'être situé à proximité. En général, conformément à la série IEC 61439, les ensembles ne sont pas soumis à des essais CEM. Habituellement, le constructeur choisit des composants qui ont été vérifiés conformément aux normes de produit applicables, puis il les installe dans la plus stricte conformité avec les instructions du constructeur de l'appareil pour assurer la présomption de conformité.

Pour la majorité des applications d'ensembles, deux séries de conditions d'environnement sont prises en compte:

- a) Environnement A: il concerne un réseau de puissance alimenté par un transformateur de haute ou moyenne tension, dédié à l'alimentation d'une installation desservant une usine de fabrication ou analogue, et destiné à fonctionner dans ou au voisinage de locaux industriels, tel que décrit ci-dessous. Il s'applique également à un appareillage fonctionnant sur batteries et destiné à être utilisé dans des locaux industriels.

Les environnements concernés sont du type industriel, à la fois à l'intérieur et à l'extérieur.

Les locaux industriels se caractérisent par ailleurs par l'existence d'un ou de plusieurs des exemples suivants:

- des appareillages industriels, scientifiques et médicaux (ISM) (tel que défini dans le CISPR 11),
- des interruptions régulières des charges inductives ou capacitatives élevées,
- les courants et les champs magnétiques associés sont élevés.

NOTE 1 L'environnement A est traité dans les normes CEM génériques IEC 61000-6-2 et IEC 61000-6-4.

- b) Environnement B: il concerne des réseaux publics basse tension ou des appareillages raccordés à une source de courant continu dédiée qui est destinée à assurer l'interface entre l'appareillage et le réseau public basse tension. Cet environnement s'applique également aux appareillages fonctionnant sur batteries ou alimentés par un réseau de distribution d'énergie basse tension non public et non industriel, si ces appareillages sont destinés à être utilisés dans les locaux décrits ci-dessous.

Les environnements concernés sont des locaux résidentiels, commerciaux et d'industrie légère, à l'intérieur et à l'extérieur. La liste suivante, bien que non exhaustive, donne une indication sur les locaux qui sont concernés:

- propriétés résidentielles, par exemple maisons, appartements,
- points de vente au détail, par exemple magasins, supermarchés,
- locaux professionnels, par exemple bureaux, banques,
- lieux de divertissement recevant du public, par exemple cinémas, bars, salles de danse, locaux extérieurs, par exemple stations d'essence, parcs de stationnement pour véhicules automobiles, espaces de divertissement et centres sportifs,
- locaux pour l'industrie légère, par exemple ateliers, laboratoires, centres de services.

Les locaux caractérisés par une alimentation directe à basse tension provenant du réseau public sont considérés comme résidentiels, commerciaux ou de l'industrie légère.

NOTE 2 L'environnement B est traité dans les normes CEM génériques IEC 61000-6-1 et IEC 61000-6-3.

Il convient que le prescripteur indique une exigence pour l'environnement A ou B.

Si un ensemble spécifiquement destiné à un environnement A est à utiliser dans un environnement B, le constructeur inclut l'avertissement suivant (ou analogue) dans les instructions d'utilisation:

AVERTISSEMENT

Ce produit a été conçu pour un environnement A. L'utilisation de ce produit dans un environnement B peut causer des perturbations électromagnétiques non désirées qui, le cas échéant, peuvent exiger du prescripteur qu'il prenne des mesures d'atténuation appropriées.

Les éventuelles mesures à prendre pendant l'installation, l'exploitation et l'entretien de l'ensemble en vue de la CEM sont spécifiées dans les instructions d'utilisation.

8.12 Conditions spéciales d'emploi

8.12.1 Généralités

Il convient que chaque ensemble soit approprié à son environnement et, si nécessaire, il convient d'envisager de fournir un environnement conforme aux exigences d'un ensemble normalisé. S'il n'est pas pratique de créer l'environnement "normalisé", l'ensemble nécessite des caractéristiques supplémentaires ou différentes et le coût de l'ensemble risque d'augmenter. L'installation d'un ensemble normalisé dans des conditions spéciales d'emploi peut ne pas être appropriée et peut entraîner une défaillance ou une réduction de la durée de vie.

Les conditions spéciales d'emploi sont:

- a) les conditions normales sont variées, mais les hypothèses concernant l'influence de l'environnement sur l'ensemble restent cohérentes avec celles des conditions normales; ou
- b) les conditions normales sont variées et les hypothèses concernant l'influence de l'environnement sur l'ensemble ne sont pas cohérentes avec celles des conditions normales.

Les variances du type a) sont traitées de 8.3 à 8.11.

Le paragraphe 8.12 couvre les variances du type b). Des exemples spécifiques sont inclus de 8.12.2 à 8.12.8. D'une manière générale, il convient que le prescripteur indique toutes les conditions spéciales d'emploi présentes sur le lieu d'installation qui sont susceptibles d'affecter les performances de l'ensemble; par exemple le courant admissible d'un matériel peut être affecté si l'ensemble est intégré dans des machines ou encastré dans des murs.

8.12.2 Conditions climatiques

Il convient que le prescripteur indique la présence de toute condition climatique particulière sur le site d'installation.

Exemples:

- des variations de température et/ou de pression de l'air se produisent de telle sorte qu'une condensation temporaire exceptionnelle est susceptible de se produire à l'intérieur de l'ensemble;
- une exposition à des conditions climatiques extrêmes est prévue.

8.12.3 Protection contre la pénétration de corps étrangers solides et l'infiltration d'eau (code IP)

Il convient que le prescripteur indique si des exigences spéciales de protection contre la pénétration de corps étrangers solides ou d'eau s'appliquent.

Exemples:

- une pollution importante de l'air par des poussières, fumées, particules corrosives ou radioactives, vapeurs ou sel;
- des attaques par des champignons ou de petits animaux.

8.12.4 Chocs, vibrations, séismes et impacts mécaniques externes (code IK)

Il convient que le prescripteur indique si des exigences spéciales en matière de résistance aux chocs, aux vibrations ou aux impacts mécaniques s'appliquent.

Exemples:

- l'exposition à des vibrations ou à des chocs importants, et la fréquence associée, comme celle qui est susceptible d'être associée aux transports, aux applications industrielles ou minières;
- l'exposition à des impacts à haute énergie.

Lorsqu'exigé, des recommandations supplémentaires peuvent être obtenues dans la série de normes IEC 60068 et la série de normes IEC TR 60721-4.

8.12.5 Phénomènes dangereux d'incendie et d'explosion

S'il existe un risque d'incendie ou d'explosion, une législation particulière ou des règles spéciales, par exemple ATEX pour les atmosphères explosives, peuvent s'appliquer. Il convient que le prescripteur indique s'il existe un risque particulier d'incendie ou d'explosion.

Exemples:

- la présence d'atmosphères explosives;
- la possibilité d'exposition au feu.

8.12.6 Surtensions exceptionnelles

Des surtensions exceptionnelles peuvent se produire dans certains réseaux en raison de transitoires de commutation extrêmes, de la foudre, etc. Si le niveau isokéraunique est élevé, et/ou si un transitoire de commutation de haut niveau est prévu, des précautions spéciales sont nécessaires pour obtenir des performances satisfaisantes. Ces mesures peuvent comprendre une plus grande capacité de tenue aux chocs ou l'utilisation de parafoudres.

Il convient que le prescripteur indique les surtensions exceptionnelles qui peuvent se produire dans son réseau et auxquelles l'ensemble peut être exposé, différentes de celles décrites en 5.4 et en 5.5.

8.12.7 Atmosphères polluées

Les matériaux tels que l'aluminium, le cuivre, l'argent et l'étain couramment utilisés dans les ensembles peuvent présenter des problèmes dans un environnement particulier: par exemple dans une atmosphère sulfureuse, des trichites d'argent peuvent se former, ponter les distances d'isolement et provoquer un contournement ou des couches de sulfures de cuivre ou d'argent peuvent se former et entraîner des résistances de contact plus élevées. Il convient que le prescripteur informe le constructeur de la présence de toute concentration inhabituelle de produits chimiques dans l'atmosphère du site où l'ensemble est à installer et convienne des mesures spéciales nécessaires, le cas échéant, pour éviter tout problème.

8.12.8 Environnement CEM

Il convient que le prescripteur indique si un environnement CEM spécial s'applique.

Exemples:

- une exposition à des champs électriques ou magnétiques élevés;
- une exposition à des perturbations électromagnétiques dans des environnements autres que ceux décrits par l'Environnement A ou l'Environnement B (voir 8.11).

Il peut être nécessaire dans certaines installations (par exemple celles impliquant des réseaux de données à haut débit, des appareils de radiologie, des moniteurs de postes de travail, etc.) de connaître l'intensité du champ magnétique à fréquence industrielle à proximité d'un jeu de barres préfabriqué ou de conducteurs à courant élevé. Une méthode de mesure et de calcul du

module du champ magnétique autour de l'élément de canalisation préfabriquée est donnée dans l'IEC 61439-6.

9 Méthode d'installation

9.1 Généralités

La méthode d'installation d'un ensemble, la façon dont il est placé, monté et raccordé sur le lieu d'installation a un impact significatif sur la conception et la configuration générale de l'ensemble. Bien qu'un ensemble puisse être conçu avec une certaine souplesse pour les méthodes d'installation courantes, les exigences des applications spécifiques diffèrent. Il est nécessaire d'informer le constructeur de toute exigence spéciale du prescripteur. Il convient que le prescripteur indique les détails de raccordement, le local, les dimensions physiques du lieu d'installation, les conducteurs externes et d'autres aspects similaires.

Le constructeur fournit des instructions d'installation décrivant, le cas échéant, la manière de coupler mécaniquement et électriquement les ensembles livrés dans les sections de transport, ainsi que la précision des fondations et/ou des fixations exigées. Il convient de respecter ces instructions pour pouvoir obtenir le fonctionnement prévu de l'ensemble.

Dans certains pays, la législation ou des directives imposent le strict respect des instructions d'installation du constructeur. Si tel est le cas, il convient que le prescripteur en informe le constructeur.

9.2 Type d'ensemble

Diverses dispositions et configurations d'ensemble sont disponibles; plusieurs conceptions pour installation à l'extérieur normalisées de base sont identifiées ci-dessous:

- ensemble ouvert,
- ensemble ouvert à protection frontale,
- ensemble sous enveloppe,
- ensemble en armoire,
- ensemble en armoires multiples,
- ensemble en pupitre,
- ensemble en coffret,
- ensemble en coffrets multiples,
- ensemble pour fixation en saillie sur mur,
- ensemble à encastrer dans un mur.

Les agencements de montage typiques sont le piètement (l'ensemble est monté sur le sol) ou le montage mural.

Si la méthode d'installation exige un agencement d'ensemble spécifique, il convient que les prescripteurs indiquent leurs exigences.

9.3 Transportabilité

Un ensemble peut être fixe (fixé à son emplacement d'installation) ou mobile (pour pouvoir être facilement déplacé d'un emplacement d'utilisation à un autre).

Il convient que le prescripteur indique quel type d'emplacement est exigé. Sauf indication contraire, le constructeur prend pour hypothèse que l'ensemble est à fixer en un seul endroit.

Si un ensemble mobile est spécifié, il peut être nécessaire que le prescripteur indique également l'éventail de caractéristiques d'environnement de l'installation auxquelles l'ensemble est soumis (voir Article 8).

9.4 Dimensions hors-tout et masse maximales

Les conditions d'installation de l'ensemble, y compris les dimensions et le poids total, sont incluses dans les documents fournis par le constructeur.

Il convient que le prescripteur indique toute exigence particulière liée à l'application. Par exemple:

- si l'espace disponible pour l'ensemble est limité, il convient que le prescripteur indique les dimensions maximales autorisées pour l'application;
- si la structure de montage sur laquelle l'ensemble est à installer a une capacité limitée, il convient que le prescripteur indique le poids maximal autorisé;
- si des piliers, des poteaux ou d'autres éléments similaires restreignent l'accès à l'ensemble, par exemple l'ouverture des portes de l'ensemble;
- si l'emplacement ou l'ouverture des portes d'un bâtiment et autres présentent une certaine forme de limitation.

9.5 Types de conducteurs externes

Il convient que le prescripteur indique ses exigences pour le type de conducteurs de chaque circuit de l'ensemble, notamment s'il s'agit:

- de câbles,
- d'un système de canalisation préfabriquée ou
- d'un autre système.

Plus les informations fournies sont précises (section du câble, matériau du conducteur, type d'isolation, construction, etc.), moins il est probable que des problèmes surviennent lors de l'installation.

La tenue en température des ensembles conformément à la série IEC 61439 est basée sur l'hypothèse que la température des conducteurs à l'extérieur de l'ensemble, en service normal, est au maximum de 70 °C. Il convient que le constructeur soit informé lorsque des températures de conducteurs plus élevées, telles que celles autorisées pour les câbles isolés au XLPE, vont être utilisées. Cela peut affecter la performance de l'ensemble et, dans certains cas, conduire à un déclassement des circuits.

En l'absence de toute spécification du prescripteur, le constructeur prend pour hypothèse que la température des conducteurs à l'extérieur de l'ensemble ne dépasse pas 70 °C et choisit des bornes susceptibles de recevoir des câbles en fonction du courant du circuit.

Il est admis que lorsque l'échauffement maximal sur les bornes de câbles est de 70 K, la température du conducteur à courte distance des bornes peut dépasser 70 °C. Ce n'est pas un problème, car les conducteurs sont séparés à l'approche des bornes et ne se dégradent pas de manière inacceptable. Par conséquent, les câbles ayant une température de fonctionnement maximale de 70 °C sont appropriés pour le raccordement aux bornes pour conducteurs externes de l'appareillage à basse tension.

9.6 Directions des conducteurs externes

Il est exigé du constructeur qu'il aménage des ouvertures pour les arrivées de câbles, les plaques de fermeture, etc., de manière à ce que, lorsque les câbles sont correctement installés, le degré de protection indiqué soit obtenu. Si le prescripteur exige que les conducteurs externes arrivent dans l'ensemble dans une ou plusieurs directions spécifiques (par exemple par le haut,

le bas, l'arrière, l'avant ou les côtés de l'ensemble), il convient que le prescripteur indique ces exigences et à quels circuits s'applique chacune.

9.7 Matériau de conducteur externe

Le constructeur indique dans la documentation du produit si les bornes conviennent pour le raccordement de conducteurs en cuivre ou en aluminium, ou pour des deux. Les bornes sont telles que les conducteurs externes puissent y être raccordés par un moyen (vis, connecteurs, etc.) qui applique et maintient la pression de contact nécessaire correspondant à la valeur assignée du courant et à la résistance aux courts-circuits du circuit.

Il convient que le prescripteur indique ses exigences pour le type de conducteur de chaque circuit de l'ensemble, notamment s'il est:

- en cuivre,
- en aluminium, ou
- en tout autre matériau.

En l'absence de toute spécification du prescripteur et sauf indication contraire du constructeur, les bornes peuvent uniquement recevoir des conducteurs en cuivre.

Pour l'utilisation de conducteurs en aluminium, il convient que le type, les dimensions et la méthode de raccordement des conducteurs soient tels que spécifiés dans l'accord entre le constructeur et le prescripteur.

9.8 Sections et extrémités des conducteurs de ligne externes

Il est exigé du constructeur qu'il conçoive l'ensemble de manière à ce que l'espace disponible pour le branchement permette le raccordement correct des conducteurs externes du matériau et de la section spécifiés et, dans le cas de câbles multiconducteurs, de séparer les conducteurs. Il convient que le prescripteur indique la section et toute exigence spéciale relative aux extrémités des conducteurs de ligne de chaque circuit externe.

En l'absence de toute spécification du prescripteur, les bornes peuvent recevoir des conducteurs des plus petites jusqu'aux plus grandes sections correspondant au courant assigné approprié (voir Annexe A).

9.9 Sections et extrémités de conducteurs PE, N, PEN, PEM et PEL

Si cela est exigé, les bornes pour le raccordement des conducteurs de protection externes (PE, PEN, PEM, PEL) et des gaines métalliques des câbles de connexion (conduit en acier, gaine en plomb, etc.) sont nues et, sauf spécification contraire, permettent le branchement de conducteurs en cuivre. Une borne séparée de dimension appropriée est fournie pour le ou les conducteurs de protection externes de chaque circuit.

Il convient que le prescripteur indique la section et toute exigence spéciale relative aux extrémités des conducteurs PE, N, PEM, PEL et PEN de chaque circuit externe. Il convient que la spécification du prescripteur décrive toutes les applications pour lesquelles le courant dans le conducteur neutre peut atteindre des valeurs élevées (par exemple grandes installations d'éclairage fluorescent, matériels électroniques de puissance tels que des variateurs, etc.). Dans ce cas, un conducteur neutre ayant une section transversale supérieure ou égale à celle des conducteurs de ligne peut être nécessaire.

En l'absence de toute spécification du prescripteur:

- les bornes pour conducteurs de protection permettent le raccordement de conducteurs en cuivre présentant une section qui dépend de la section des conducteurs de ligne correspondants;

- sur les circuits triphasés et neutres, les bornes du conducteur neutre permettent de raccorder des conducteurs en cuivre présentant une section:
 - égale à la moitié de la section du conducteur de ligne, avec un minimum de 16 mm², si la dimension du conducteur de ligne dépasse 16 mm²;
 - égale à la section entière du conducteur de ligne, si la dimension de ce dernier est inférieure ou égale à 16 mm².

9.10 Exigences spéciales d'identification des bornes

Sauf recommandation contraire du constructeur ou accord contraire avec le prescripteur, l'identification des bornes est conforme à l'IEC 60445.

Les bornes prévues pour les conducteurs de protection externes sont marquées selon l'IEC 60445. Cela peut être réalisé, par exemple, en utilisant le symbole graphique suivant: ⊥ (IEC 60417-5019:2006-08). En variante, si le conducteur de protection externe est destiné à être connecté à un conducteur de protection interne, ce dernier peut être clairement identifié par les couleurs verte et jaune.

Le prescripteur peut indiquer des exigences supplémentaires d'identification des bornes pour répondre à l'application.

10 Stockage et manutention

10.1 Généralités

Il est nécessaire qu'un ensemble destiné à une application spécifique soit configuré pour convenir à la méthode de transport prévue du lieu de construction au lieu d'installation, au stockage (le cas échéant) et à la manutention. Sauf accord contraire, toute configuration d'emballage ne concerne que la livraison sur le site d'installation. L'emballage ordinaire ne permet pas de stocker le matériel à l'extérieur sans protection supplémentaire.

10.2 Dimensions et masse maximales des unités de transport

Les conditions de manutention de l'ensemble, y compris les dimensions et la masse des unités de transport, font partie de la documentation fournie par le constructeur.

Il convient que le prescripteur indique toute contrainte particulière relative à l'application.

10.3 Méthodes de transport (par exemple chariot élévateur, grue)

L'emplacement et l'installation des moyens de levage et la taille des câbles des accessoires de levage, le cas échéant, sont donnés dans la documentation du constructeur ou dans les instructions sur le mode de manutention de l'ensemble.

Il convient que le prescripteur indique toute exigence particulière liée à l'application si celle-ci est différente des pratiques courantes du constructeur.

NOTE Dans certains pays, il existe des réglementations concernant le transport de matériaux. Ces réglementations sont respectées pendant le transport et le chargement/déchargement. Ces réglementations sont susceptibles d'avoir des exigences différentes selon les pays.

10.4 Conditions d'environnement différentes des conditions d'emploi

Si les conditions au cours du transport, du stockage et de l'installation, par exemple la température et/ou l'humidité, diffèrent de celles définies pour l'environnement de fonctionnement, il convient que le prescripteur les indique.

10.5 Informations d'emballage

Il convient que le prescripteur indique toute exigence particulière liée à l'application pour l'emballage de l'ensemble pour le stockage et/ou le transport jusqu'au lieu d'installation. Les exigences spécifiques de l'application peuvent inclure:

- les mesures spéciales exigées par l'emballage pour protéger l'ensemble pendant le transport ou le stockage;
- l'utilisation de tout matériel d'emballage spécifique;
- des marquages ou des indicateurs pour enregistrer tout choc ou vibration excessifs auxquels l'ensemble est exposé pendant le transport;
- les dimensions et la masse maximales des unités de transport emballées qui peuvent être manipulées pendant le transport jusqu'au lieu d'installation (qui peut être différent de celui des unités de transport correspondantes).

11 Facilités d'exploitation

11.1 Généralités

La plupart des ensembles, voire tous, nécessitent une forme d'interface visuelle ou d'un fonctionnement manuel. Exemples:

- la lecture de signaux visuels provenant de voyants, d'affichages et d'écrans;
- l'examen visuel des appareils de connexion, des réglages et des indicateurs;
- le réglage et le réarmement des relais, des déclencheurs et des dispositifs électroniques;
- l'utilisation de poignées de manœuvre, de boutons-poussoirs, d'interrupteurs à bascule et dispositifs similaires.

Pour les besoins du présent document, manœuvre manuelle signifie manœuvre à la main, avec ou sans outil.

11.2 Accès aux appareils manœuvrés à la main

Il est exigé du constructeur qu'il place, avec une protection appropriée contre les chocs électriques, tous les composants manœuvrés à la main dans un emplacement accessible.

Une protection supplémentaire contre les chocs électriques peut être exigée pour les personnes ordinaires ou celles-ci peuvent être empêchées de réaliser certaines opérations. Sauf indication contraire du prescripteur, le constructeur prend pour hypothèse que la base de l'ensemble (point où l'ensemble est fixé au sol ou à toute forme de fondation) et la zone de passage (endroit où se tient normalement l'opérateur de l'ensemble) sont au même niveau. Si ce n'est pas le cas et que l'ensemble est, par exemple, monté sur un socle, un accord entre le prescripteur et le constructeur concernant la hauteur des poignées de manœuvre est exigé.

Sauf indication contraire du prescripteur, les exigences d'accessibilité suivantes associées aux ensembles montés sur le sol s'appliquent:

- les bornes, à l'exception des bornes des conducteurs de protection, sont situées au moins à 0,2 m au-dessus de la base de l'ensemble et, de plus, elles sont placées de manière à ce que les câbles puissent y être raccordés facilement;
- les appareils indicateurs nécessitant une lecture par l'opérateur sont placés à une hauteur comprise entre 0,2 m et 2,2 m au-dessus de la base de l'ensemble;
- les organes de commande tels que poignées, boutons-poussoirs ou organes analogues sont situés à une hauteur telle qu'ils puissent être facilement manœuvrés; cela signifie qu'il convient que leur axe se trouve à une hauteur comprise entre 0,2 m et 2 m au-dessus de la base de l'ensemble;

- les organes de commande des dispositifs de coupure d'urgence (voir IEC 60364-5-53:2019, 536.4.2) sont accessibles depuis une zone située entre 0,8 m et 1,6 m au-dessus de la base de l'ensemble.

Il convient que le prescripteur indique si des exigences différentes sont exigées et, en particulier, s'il est exigé que la manœuvre soit effectuée par une personne non qualifiée ou non instruite.

12 Capacités d'entretien et d'évolution

12.1 Généralités

Le travail sur des ensembles partiellement ou totalement sous tension est souvent couvert par la législation locale.

Sauf spécification contraire, le constructeur prend pour hypothèse que l'ensemble est complètement sectionné pour toutes les activités d'entretien et d'évolution, y compris notamment celle de l'extension des jeux de barres. Toutefois, l'insertion et le retrait de dispositifs débrochables, le reste de l'ensemble étant sous tension, sont généralement acceptables à condition que les verrouillages assurent que le circuit soit à vide.

La plupart des ensembles, pendant leur durée de vie, exigent d'en assurer l'entretien, l'évolution ou l'extension du matériel. Ces activités sont généralement réalisées avec l'ensemble complet sectionné de l'alimentation. Lorsque le sectionnement est impossible, il convient que le prescripteur décrive ses exigences particulières, car les exigences nécessaires pour travailler en sécurité sur des ensembles partiellement sous tension ne sont pas décrites dans la série IEC 61439.

Ce qui suit fournit quelques recommandations sur la manière dont des opérations particulières peuvent être effectuées avec des précautions appropriées, et avec une partie limitée et définie de l'ensemble sectionné.

12.2 Exigences relatives à l'accessibilité en vue d'une inspection ou d'opérations analogues

Il convient que le prescripteur indique si un examen ou des opérations analogues sont à effectuer lorsque l'ensemble est en service et sous tension.

De telles opérations peuvent consister:

- à examiner visuellement:
 - des appareils de connexion et autres appareillages;
 - des réglages et indicateurs des relais, des déclencheurs et des compteurs;
 - des raccordements des conducteurs et du marquage;
- à régler et à réarmer des relais, des déclencheurs et des dispositifs électroniques;
- à remplacer les cartouches fusibles;
- à remplacer les lampes de signalisation;
- à certaines opérations visant à localiser les défauts, par exemple les mesures de tension et de courant avec des dispositifs convenablement conçus et isolés.

Le prescripteur peut énoncer des exigences concernant les types de raccordements électriques des circuits auxiliaires des unités fonctionnelles ou des parties fixes, amovibles ou débrochables. La troisième lettre du code à trois lettres décrit en 12.6 est utilisée.

Le prescripteur peut indiquer si les circuits auxiliaires peuvent ou ne peuvent pas être soumis à essai lorsque l'unité fonctionnelle associée est en position d'essai.

12.3 Exigences relatives à l'accessibilité pour entretien en service par des personnes autorisées

Si le prescripteur exige qu'un ensemble puisse être entretenu par des personnes autorisées lorsqu'il est sous tension, il convient de spécifier lesquels des éléments suivants sont exigés: l'entretien sur une unité fonctionnelle sectionnée ou un groupe d'unités fonctionnelles sectionné, les unités fonctionnelles ou groupes d'unités fonctionnelles adjacents étant toujours sous tension, par l'application de mesures telles que:

- une forme de séparation appropriée (IEC 61439-2);
- une distance suffisante entre l'unité ou le groupe fonctionnel considéré et les unités ou les groupes fonctionnels adjacents;
- l'utilisation de barrières ou d'obstacles conçus et disposés une protection contre tout contact direct avec le matériel situé dans les unités ou groupes fonctionnels adjacents;
- l'utilisation de cache-bornes;
- l'utilisation de compartiments pour chaque unité ou groupe fonctionnel;
- l'insertion de moyens supplémentaires de protection fournis ou spécifiés par le constructeur d'ensembles.

12.4 Exigences relatives à une extension sous tension

Dans la partie de produit de la série IEC 61439, il n'y a aucune exigence concernant la capacité d'extension sous tension d'un ensemble. En général, les constructeurs recommandent que les extensions soient réalisées lorsque la colonne concernée de l'ensemble est sectionnée. Si le prescripteur exige qu'un ensemble soit capable de recevoir une extension sous tension, il convient qu'il indique les caractéristiques supplémentaires exigées. Celles-ci peuvent comprendre:

- des colonnes équipées de jeux de barres et d'enveloppes prêtes à recevoir une extension de colonnes supplémentaires;
- des dispositions de circuit qui permettent à certaines colonnes d'être sectionnées alors que d'autres sont sous tension;
- des dispositions constructives particulières utilisant une partie ou la totalité des barrières, compartiments, obstacles, cloisons, panneaux amovibles, portes, plaques de fermeture et panneaux.

Il n'est pas exigé qu'un ensemble comporte des espaces non équipés, des espaces partiellement équipés ou des unités fonctionnelles de réserve entièrement équipées. Ils sont définis comme suit:

- Espace non équipé: espace à l'intérieur d'un ensemble approprié à l'installation ultérieure d'une unité fonctionnelle. Normalement, l'espace est équipé de supports pour l'unité fonctionnelle prévue, mais il ne comprend pas les raccordements des jeux de barres de distribution, le câblage auxiliaire, l'appareillage associé à l'unité fonctionnelle, les mécanismes de débrogage ou de retrait de l'unité fonctionnelle ni l'unité fonctionnelle proprement dite.
- Espace partiellement équipé: espace à l'intérieur d'un ensemble qui est équipé d'un ou de plusieurs raccordements des jeux de barres de distribution, de câblage auxiliaire, d'appareillage associé à l'unité fonctionnelle, des mécanismes de débrogage ou de retrait de l'unité fonctionnelle (mais pas d'unité fonctionnelle complète).
- Unité fonctionnelle de réserve entièrement équipée: unité fonctionnelle complète à l'intérieur de l'ensemble, qui n'a pas d'application dédiée lors de l'installation initiale, mais dont le service peut être exigé ultérieurement.

Si le prescripteur exige qu'un ensemble soit équipé d'un de ces éléments, il convient de les spécifier.

12.5 Protection contre les contacts directs avec des parties internes actives dangereuses au cours d'un entretien ou d'une évolution

Il convient que les prescripteurs décrivent dans leur spécification les opérations liées à l'entretien et à l'évolution à effectuer alors que tout ou une partie de l'ensemble est sous tension. Voir également 12.3 et 12.4.

12.6 Méthode de raccordement des unités fonctionnelles

Le prescripteur a la possibilité de spécifier les moyens de connecter les unités fonctionnelles à l'intérieur de l'ensemble. Les options sont désignées par un code à trois lettres:

- la première lettre désigne le type de connexion électrique de l'alimentation principale d'arrivée vers l'unité fonctionnelle;
- la deuxième lettre désigne le type de connexion électrique de l'alimentation principale de départ depuis l'unité fonctionnelle;
- la troisième lettre désigne le type de connexion électrique des circuits auxiliaires.

Chacune des trois lettres du code est choisie parmi les suivantes et est déterminée par le type de raccordement exigé:

- F pour les connexions fixes (connexions boulonnées qui ne peuvent pas être déconnectées tant que la connexion est sous tension);
- D pour les connexions déconnectables (connexions isolées qui sont déconnectées à la main, exigeant éventuellement l'utilisation d'un outil, alors que le circuit est sous tension, mais pas en charge);
- W pour les connexions débrochables (connexions qui font partie intégrante d'une unité débrochable et qui sont à connecter et à déconnecter sous tension, mais pas en charge (la manœuvre en charge est empêchée par des verrouillages), lors de l'insertion et du retrait de l'unité débrochable).

Par exemple, le code WFD est attribué à une unité fonctionnelle amovible ayant des raccordements d'alimentation débrochables, des raccordements de départ fixes et des circuits auxiliaires déconnectables.

12.7 Passages de service et d'entretien à l'intérieur d'un ensemble

Les passages de service et d'entretien à l'intérieur d'un ensemble ne sont normalement pas utilisés dans les ensembles construits actuellement. Lorsqu'ils sont utilisés, il convient qu'ils satisfassent aux exigences de la protection principale (voir 7.2). Il convient que l'exigence relative à ces passages soit indiquée par le prescripteur et, le cas échéant, que la conception et la construction soient soumises à accord avec le constructeur.

Les espaces à l'intérieur d'un ensemble d'une profondeur limitée à environ 1 m ne sont pas considérés comme étant des passages.

12.8 Séparation interne (uniquement applicable aux ensembles conformes à l'IEC 61439-2)

12.8.1 Principes fondamentaux de la séparation

Les dispositions types pour la séparation interne par des barrières ou des cloisons sont décrites dans le Tableau B.1 et sont classées en formes (pour des représentations schématiques, voir Annexe B).

Conformément à l'IEC 61439-2:2020, 8.101, "La séparation interne peut être utilisée pour obtenir au moins une des conditions suivantes entre les unités fonctionnelles, les compartiments séparés ou les espaces protégés clos: