

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage electrical installations –
Part 8-82: Functional aspects – Prosumer's low-voltage electrical installations**

**Installations électriques à basse tension –
Partie 8-82: Aspects fonctionnels – Installations électriques à basse tension du
prosommateur**



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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage electrical installations –
Part 8-82: Functional aspects – Prosumer's low-voltage electrical installations**

**Installations électriques à basse tension –
Partie 8-82: Aspects fonctionnels – Installations électriques à basse tension du
prosommateur**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 91.140.50

ISBN 978-2-8322-3942-1

**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.....	5
INTRODUCTION.....	7
82.1 Scope	8
82.2 Normative references.....	8
82.3 Terms and definitions.....	9
82.4 Integration of PEI in its environment	12
82.4.1 Main objectives.....	12
82.4.2 Safety.....	12
82.4.3 Proper functioning	12
82.5 PEI concept	13
82.6 Types of PEI	16
82.6.1 General	16
82.6.2 Operating modes	16
82.6.3 Interaction with the distribution network	17
82.7 Control and monitoring.....	24
82.7.1 General	24
82.7.2 Architecture of control and monitoring system	25
82.8 Protection of prosumer electrical installation	25
82.8.1 General	25
82.8.2 Protection against electric shock	25
82.8.3 Protection against thermal effect	41
82.8.4 Protection against overcurrent.....	41
82.8.5 Protection against transient overvoltages	45
82.9 Isolation and switching.....	46
82.9.1 Isolation	46
82.9.2 Emergency switching-off.....	46
82.10 Load and source management.....	46
82.10.1 Energy storage.....	46
82.10.2 Design for flexibility of load and generators (demand/response)	46
82.10.3 Electric vehicle	46
Annex A (informative) Operating modes of PEI	47
A.1 Direct feeding mode	47
A.2 Island mode.....	47
A.3 Reverse feeding mode.....	48
Annex B (informative) Interaction with the supply system.....	50
B.1 General	50
B.2 Active power and frequency control	50
B.3 Reactive power and voltage control	50
B.4 Load shedding programme	50
Annex C (informative) Architectures of PEI	51
C.1 General	51
C.2 Architecture of individual PEI.....	51
C.3 Architecture of collective PEI	52
C.4 Architecture of shared PEI	57
Annex D (normative) Single dwelling or similar application islandable PEI	61

D.1	General	61
D.2	Type of system earthing	61
D.3	Connection of the local source.....	64
D.4	Fire switching-off.....	64
D.5	Switching device for islanding and system referencing conductor switching device	64
D.6	Labelling.....	64
D.7	Upgrading an existing single dwelling installation in islandable PEI	65
D.8	Initial verification	68
Annex E (informative) List of notes concerning certain countries.....		69
Bibliography.....		70
Figure 1	– Example of prosumer's low-voltage electrical installation with AC electrical distribution within the PEI	14
Figure 2	– Example of prosumer's low-voltage electrical installation with AC and DC electrical distribution within the PEI	15
Figure 3	– Example of grid connected PEI architecture	18
Figure 4	– Example of islandable PEI architecture	19
Figure 5	– Example of architecture of PEI connected to LV DSO operating in TN-C-S in connected mode and becoming TN-S in island mode	28
Figure 6	– Example of architecture of PEI connected to LV DSO operating in TNC-S in connected mode and in island mode	29
Figure 7	– Example of architecture of PEI connected to LV DSO with disconnection of the neutral, operating in TT in connected mode and becoming TN in island mode.....	30
Figure 8	– Example of PEI installation with neutral earthing on the HV/LV transformer side: TT in connected mode, TN in island mode (as one unique earthing arrangement in the installation)	32
Figure 9	– Example of PEI installation in TN-S with neutral permanently earthed on PEI side.....	34
Figure 10	– Example of PEI installation in TN-S with neutral permanently earthed on PEI side with RCD on the system referencing conductor	37
Figure 11	– Example of PEI in IT system in island mode	39
Figure 12	– Example of PEI in IT system in island mode with automatic disconnection of supply	40
Figure 13	– Example of double short-circuit protection for the same circuit	43
Figure 14	– Example of selectivity with various power supplies	44
Figure 15	– Potential selectivity issue with overcurrent protections	45
Figure A.1	– Example of electrical design of PEI operating in direct feeding mode	47
Figure A.2	– Example of electrical design of PEI operating in island mode.....	48
Figure A.3	– Example of electrical design of individual PEI operating in reverse feeding mode.....	49
Figure C.1	– Example of electrical design of individual PEI	51
Figure C.2	– Example of type of architecture of individual PEI	52
Figure C.3	– Example of electrical design of collective PEI using DSO distribution system.....	53
Figure C.4	– Example of electrical design of collective PEI using a distribution system within PEI	54
Figure C.5	– Example of electrical design of collective PEI with distribution system within PEI in parallel with DSO distribution system.....	55

Figure C.6 – Example of type of architecture for collective PEI	56
Figure C.7 – Example of electrical design of shared PEI using DSO distribution system	57
Figure C.8 – Example of electrical design of shared PEI with distribution system within PEI	58
Figure C.9 – Example of electrical design of shared PEI with distribution system within PEI in parallel with DSO distribution system.....	59
Figure C.10 – Example of type of architecture for shared PEI	60
Figure D.1 – Example of single dwelling islandable PEI architecture in TN in connected mode and in island mode (with disconnection of the neutral – TN-S).....	62
Figure D.2 – Example of single dwelling islandable PEI architecture in TT in connected mode becoming TN in island mode	63
Figure D.3 – Example of label.....	65
Figure D.4 – Example of single dwelling electrical installation before being upgraded to islandable PEI.....	66
Figure D.5 – Example of single dwelling electrical installation upgraded to islandable PEI.....	67
Table 1 – Combinations of possible types of system earthing in connected mode and island mode for PEIs and associated requirements for system referencing conductor switching device	27

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-82:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATIONS –

**Part 8-82: Functional aspects –
Prosumer's low-voltage electrical installations**

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 60364-8-82 has been prepared by IEC technical committee 64: Electrical installations and protection against electrical shock, IEC technical committee 8: System aspects of electrical energy supply and its subcommittee 8B: Decentralized electrical energy systems. It is an International Standard.

This first edition cancels and replaces IEC 60364-8-2 published in 2018. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC 60364-8-2:2018:

- a) the vocabulary and concepts have been aligned as much as possible with those used by TC 8 and SC 8B, taking notably into account the IEC 62898 series and IEC TS 62786, still respecting the installers mindset (installers being the first users of the IEC 60364 series and being used to only refer to the IEC 60364 series);
- b) the type of system earthing and the change of type of system earthing (sequencing) when there is a change of mode of the prosuming installation, have been clarified;

- c) the conditions of connection and disconnection from the DSO network have also been described, both from the safety point of view and the proper functioning point of view;
- d) additional requirements have been introduced;
- e) the figures have been updated;
- f) a new normative Annex D on single dwelling or similar application islandable PEIs has been added;
- g) the numbering has also been reviewed to follow the updated numbering system of the IEC 60364 series, in line with the IEC Directives and compatible with Parts 7.

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

Draft	Report on voting
64/2559/FDIS	64/2562/RVD

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 International Standard 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.

A list of all parts in the IEC 60364 series, published under the general title *Low-voltage electrical installations*, can be found on the IEC website.

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.

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

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

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

INTRODUCTION

Historically, utilities were managing the public transmission and distribution network from the point of view of having a central production adapted to demand variation, a top-down energy flow, a production/consumption balance done by integrated utility companies and with rather passive users.

The following key factors are pushing the distribution network to change:

- the increasing number of electronic devices used daily and the growing needs as well as future needs (e.g. charging electric vehicles) will result in the structural growing of electricity consumption;
- the mediated pressure on climate change results in pressure on CO₂ emissions reduction;
- the electricity market is also quickly changing due mainly to its unbundling and deregulation, and to the greater number of intermittent renewable energy sources (global and local);
- users' expectations are also evolving as a result of an increasing need for better distribution networks reliability and quality, the search for better economic performance and the willingness to pro-actively manage their energy;
- technological evolution should also be considered as information and communication technology (ICT) is affordable and new energy storage solutions are emerging.

All stakeholders directly involved in the electricity generation, transmission, distribution and consumption have new expectations:

- customers are willing to reduce electrical energy costs in order to meet environment targets (renewable energy, energy efficiency) but also wish to benefit from the quality of electricity supply;
- suppliers wish to limit customer churn rate with price and service management;
- producers expect to maximize their yield of assets, to optimize their investments and to take profit from energy trading;
- the aggregator wants to create conditions suitable for new market emergence;
- the transmission system operator (TSO) aspires to a robust transmission network and to meet regulation objectives (price and level of services), while the distribution system operator (DSO) wants to meet regulation objectives (price and level of services), to reduce costs by productivity (including meter) and to have a flexible network;
- finally, governments and regulators are willing to create a competitive and sustainable energy market.

The objective of this document is to ensure that the low-voltage electrical installation is compatible with the current and future ways to deliver safely and functionally the electrical energy to current-using equipment wherever the electrical energy comes from the DSO or local generation. This document is not intended to influence all stakeholders of electricity supply on how the electrical energy should be sold and delivered.

LOW-VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATIONS –

Part 8-82: Functional aspects – Prosumer's low-voltage electrical installations

82.1 Scope

This part of IEC 60364 provides requirements and recommendations that apply to low-voltage electrical installations connected or not to a distribution network able to operate:

- with local power supplies, and/or
- with local storage units,

and that monitors and controls the energy from the locally connected sources delivering it to:

- current-using equipment, and/or
- local storage units, and/or
- distribution networks.

Such electrical installations are designated as prosumer's electrical installations (PEIs).

These requirements and recommendations apply to new installations and modifications of existing installations.

This document also provides requirements and recommendations for the safe, efficient and correct behaviour of these installations when integrated into a smart grid.

NOTE Requirements for electrical sources for safety services are given in IEC 60364-5-56.

Information related to grid interaction to ensure the stability of the electrical system for grid connected PEIs is given in Annex B.

This document covers the requirements related to stability of islanded and stand-alone PEIs.

82.2 Normative references

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

IEC 60038, *IEC standard voltages*

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/AMD1:2017

IEC 60364-4-42:2010, *Low-voltage electrical installations – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*

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

IEC 60364-5-51:2005, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*

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 60364-5-54:2011, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 60364-5-55:2011, *Electrical installations of buildings – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment*

IEC 60364-5-55:2011/AMD1:2012

IEC 60364-5-55:2011/AMD2:2016

IEC 60364-5-57, *Low-voltage electrical installations – Part 5-57: Selection and erection of electrical equipment – Erection of stationary secondary batteries*

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

IEC 60364-7-722, *Low-voltage electrical installations – Part 7-722: Requirements for special installations or locations – Supplies for electric vehicles*

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

IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 61557-12:2018, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)*

IEC 62423, *Type F and type B residual current operated circuit-breakers with and without integral overcurrent protection for household and similar uses*

IEC TS 62749, *Assessment of power quality – Characteristics of electricity supplied by public networks*

82.3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

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

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

82.3.1

smart grid

intelligent grid

electric power system that utilizes information exchange and control technologies, distributed computing and associated sensors and actuators, for purposes such as:

- to integrate the behaviour and actions of the network users and other stakeholders,

- to efficiently deliver sustainable, economic and secure electricity supplies

[SOURCE: IEC 60050-617:2011, 617-04-13]

82.3.2

distribution network

electric power network for the distribution of electric power from and to network users for which a distribution system operator (DSO) is responsible

[SOURCE: IEC TS 62786:2017, 3.4]

82.3.3

producer

<of electricity> entity or party generating electrical energy

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-02-01, modified – "entity or" has been added.]

82.3.4

consumer

<of electricity> entity or party which uses electricity

82.3.5

prosumer

<of electricity> entity or party which can be both a producer and a consumer of electrical energy

82.3.6

prosumer's electrical installation

PEI

low-voltage electrical installation connected or not to a distribution network able to operate:

- with local power supplies, and/or
- with local storage units,

that monitors and controls the energy from the connected sources delivering it to:

- current-using equipment, and/or
- local storage units, and/or
- distribution networks

82.3.7

electrical energy management system

EEMS

system monitoring, operating, controlling and managing energy resources and loads of the installation

Note 1 to entry: The EEMS can be a dedicated system or part of an integrated system, such as a home and building electronic system (HBES) or building management system (BMS or BACS) or other similar management system.

[SOURCE: IEC 60364-8-1:2019, 3.2.1, modified – Note 1 to entry has been added.]

82.3.8

operating mode

operation of an installation with respect to the different sources of electrical energy and to energy flow

82.3.9

direct feeding mode

operating mode in which the distribution network supplies the PEI

Note 1 to entry: Local storage units can supply current-using equipment or be charged by local power supplies and/or the distribution system.

82.3.10

reverse feeding mode

operating mode in which the PEI supplies the distribution network

Note 1 to entry: Local storage units can supply current-using equipment and/or the distribution system or be charged by local power supplies.

82.3.11

connected mode

operating mode in which the PEI is connected to the distribution network

EXAMPLE Direct feeding mode, reverse feeding mode or no feeding mode (i.e. without any energy exchange between the PEI and the distribution network).

82.3.12

island mode

operating mode in which the PEI is disconnected from the distribution network

Note 1 to entry: An island mode can be either the result of the action of automatic protections or the result of a deliberate action.

[SOURCE: IEC 60050-692:2017, 692-02-11, modified – The term "electric island" has been replaced with "island mode", the definition has been adapted to the PEI and Note 2 to entry has been deleted.]

82.3.13

grid connected PEI

PEI intended for operating only when connected to a distribution network

82.3.14

stand-alone PEI

PEI permanently not connected to a distribution network

Note 1 to entry: A stand-alone PEI is in a permanent island mode.

82.3.15

islandable PEI

PEI intended for operating either being connected to a distribution network or being disconnected from the distribution network

Note 1 to entry: An islandable PEI is in a connected mode or an intentionally island mode.

82.3.16

point of connection

POC

reference point where the prosumer's electrical installation is connected to the distribution network

Note 1 to entry: A PEI can have several points of connection for resilience.

Note 2 to entry: In IEC 60364 (all parts), the concept of origin of the installation is also used, origin of the installation meaning the point at which energy is delivered to the electrical installation. The POC is a specific origin of the installation, the one connected to the distribution network. Other origins of the installation can be the connection to the local power supply, to the storage system..

Note 3 to entry: Connection or disconnection of the prosumer electrical installation from the distribution network generally occurs at the POC.

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-04-01 modified – The definition has been adapted to the PEI and the notes to entry have been added.]

82.3.17**load shedding**

method(s) of optimizing demand by controlling the electrical loads for variable periods of time

[SOURCE: IEC 60364-8-1:2019, 3.2.2]

82.3.18**system referencing conductor**

conductor that connects one live conductor of the power system to an earthing arrangement

Note 1 to entry: The live conductor connected is the neutral or the mid-point if existing, or a line conductor when not existing.

82.3.19**electrical energy storage system****EES**

installation able to absorb electrical energy, to store it for a certain duration and to release it

[SOURCE: IEC 62933-1:2018, 3.2, modified – The definition has been adapted to the PEI and the notes to entry have been deleted.]

82.4 Integration of PEI in its environment**82.4.1 Main objectives**

Where a smart grid and an electrical installation interact a dynamic power demand/response concept should be implemented.

The smart grid has an impact on the electrical installations, thus:

- the consumer shall take into consideration the constraints of the electrical power system and can adapt its needs (e.g. through time) with the EEMS;
- the design and configuration of the installation may include load shedding and source selection by the EEMS.

As production of energy from the renewable sources such as PV or wind turbines is intermittent, a storage capacity may be installed within the PEI to ensure continuity of supply in all modes without being supplied by the grid, to support stability of the PEI and/or to maximize the self-consumption in connected mode.

82.4.2 Safety

The implementation of the requirements provided in this document shall not impair the safety of the PEI, as required by other parts of the IEC 60364 series. In case of change from any energy supply configuration (e.g. from distribution network supply to local power supplies) all protective measures shall continue to be operational or shall be automatically replaced by other standardized protective measures providing an equivalent level of safety.

82.4.3 Proper functioning

The power quality parameters are used to demonstrate reliable operation of the PEI and should not be outside the allowed operating range for all components in the PEI.

For a non stand-alone PEI, unless otherwise specified, the power quality levels at the point of connection (POC) shall be in the same range allowed in grid-connected and island mode.

When a PEI is connected to a distribution system, it shall not cause unacceptable disturbances to the other system users.

When operating in parallel with the distribution system the PEI shall not cause voltage fluctuation at the distribution system or result in flicker and rapid voltage changes outside the ranges defined in the IEC TS 62749.

NOTE See also IEC TS 60364-8-3:2020, Clause 11.

82.5 PEI concept

Any low-voltage PEI shall be considered as a set of electrical equipment having the following functions (see Figure 1):

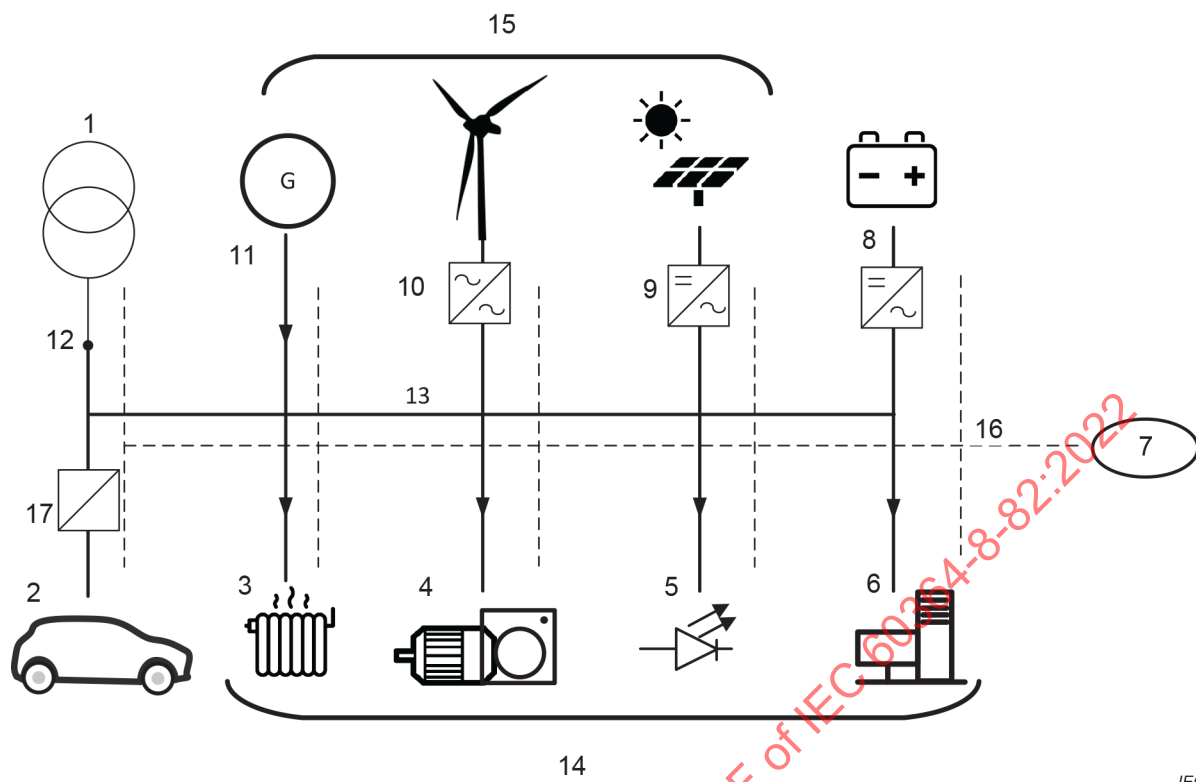
- supply (e.g. connection to public power supply, local generator, photovoltaic systems, wind turbines, electrical energy storage system);
- distribution (e.g. distribution panel, wiring systems);
- consumption (e.g. motors, heating systems, lighting, lifts);
- energy management (e.g. load shedding equipment, monitoring device).

NOTE 1 An electrical energy storage system can be considered as a generator and as a load.

The electrical distribution within the PEI can be in alternating current (a.c), direct current (d.c), or a combination of both (see examples in Figure 1 and Figure 2), as every low voltage electrical installation covered by IEC 60364 (all parts).

The electrical installations shall consider both the requests from the DSO and the needs expressed by the prosumer. An EEMS shall be implemented to combine information and/or data, from/to the DSO, the availability of energy by the local sources and the prosumer's needs. The EEMS shall ensure the data security.

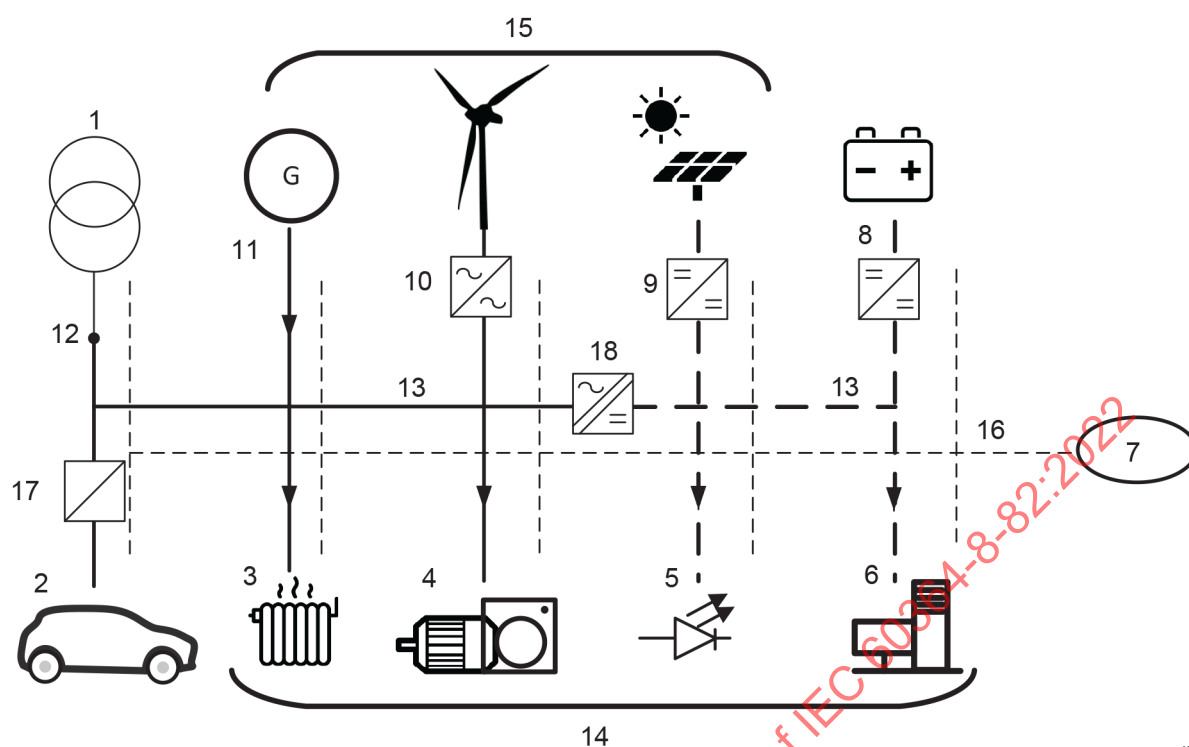
An uninterruptible power supply (UPS) shall not be considered as a prosumer when this UPS does not have a reverse feeding mode to supply energy to current-using equipment in the upstream part of the electrical installation and/or the distribution network, if any.



Key

1	Distribution network	10	Wind inverter
2	Electric vehicle	11	Other generator
3	Heaters	12	POC
4	Motors	13	Prosumer electrical installation
5	Lightings	14	Local consumption
6	Home appliances and electronic devices	15	Local generation
7	EEMS	16	Management signals (bidirectional exchanges)
8	Electrical energy storage system	17	EV charging station
9	Solar inverter		

Figure 1 – Example of prosumer's low-voltage electrical installation with AC electrical distribution within the PEI



IEC

Key

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1 | Distribution network | 11 | Other generator |
| 2 | Electric vehicle (shedtable load) | 12 | POC |
| 3 | Heaters (shedtable load) | 13 | Prosumer electrical installation |
| 4 | Motors, AC loads (home appliances) | 14 | Local consumption |
| 5 | Lightings (LED) | 15 | Local generation |
| 6 | DC loads (possibly sensitive loads if islandable PEI) | 16 | Management signals (bidirectional exchanges) |
| 7 | EEMS | 17 | EV charging station |
| 8 | Electrical energy storage system | 18 | Bidirectional AC/DC converter |
| 9 | Solar inverter | | |
| 10 | Wind inverter | | |

Figure 2 – Example of prosumer's low-voltage electrical installation with AC and DC electrical distribution within the PEI

The PEI installation owner should, in order to supply electrical loads in the most efficient and cost-effective way, consider providing a system for supervision and control of the different power supplies connected to the installation.

Connections shall comply with the IEC 60364 series.

NOTE 2 Specific parts of the IEC 60364 series include, for example, IEC 60364-5-55:2011, Clause 551, for power supplies; IEC 60364-5-57 for energy storage systems; IEC 60364-7-712 for photovoltaic systems and IEC 60364-7-722 for supplies for electric vehicles.

Energy locally produced can be used locally or can feed the distribution network. In such a case the operator of the installation shall be considered as a consumer of electrical energy and as a producer of electrical energy (prosumer).

Interactions with the distribution network, with the service provider or aggregator, are necessary to optimize the energy production, the energy transfer and the energy sourcing depending on the conditions and the strategy of the prosumers, and also on the expected support, when needed, of the PEI to the distribution network.

Interaction with the supply system is described in Annex B.

82.6 Types of PEI

82.6.1 General

There are different types of PEI:

- grid connected PEI (see 82-3-14);
- islandable PEI (see 82-3-16);
- stand-alone PEI (see 82-3-15).

The grid connected PEI and the islandable PEI are connected to the distribution network at a point of connection (POC).

A PEI can have several POCs, for example for redundancy of power distribution connection. This document only addresses PEIs having not more than one POC.

The type of system earthing and the related protective measures of the PEI shall be selected according to the type of PEI (see 82.8). As in all electrical installations, different parts of the PEI could have different protective measures. These protective measures shall be suitable for all relevant operational modes of the PEI.

The control of the PEI is also linked to the type of PEI. It is introduced in 82.7 and described in the IEC TS 60364-8-3.

Regional, national or provincial regulations (e.g. grid code) can exist for design and operation of grid connected and islandable PEIs.

NOTE 1 Depending on the regional, national or provincial conditions, a PEI can be owned by a single owner (individual PEI) or can have some part shared between different owners (collective PEI). The technical requirements in terms of type of system earthing and protections are the same, even if the solutions implemented could be adapted to take into account the ownership of the different parts.

NOTE 2 Grid code is a local regulation for transmission and distribution, dispatching, development and security of the grid including the procedures of connection, management, planning, development and maintenance of the transmission and distribution grids, as well as dispatching and measurement of electrical energy.

NOTE 3 See Annex C for the description of architectures of PEIs (individual, collective or shared).

82.6.2 Operating modes

The operating modes presented in this document can be adopted depending on the type of PEI and are:

- connected mode (see 82.3.12) for grid connected or islandable PEIs,
- island mode (see 82.3.13) for islandable or stand-alone PEIs.

Selection of the possible operating modes can depend on the contract with the DSO or according to the national legislation.

Energy storage systems can supply current-using equipment or be charged by local power supplies or by the distribution system (except in island mode for the distribution system).

Local power supplies can supply current-using equipment or local storage units or the distribution system (except in island mode for the distribution system).

Transfer from the connected mode to island mode and vice versa can be achieved by operating the switching device for islanding (SDFI) (see 82.6.3.4.3); this can be either directly controlled (manually or remotely) or automatically controlled.

Transfer from island mode to connected mode can be done if the voltage system provided by the local power supplies is synchronized with the distribution network (see IEC 60364-5-55:2011, Clause 551) or by switching off all local power supplies before connecting (see 82.6.3.4.3).

See Annex A for examples of operating modes.

Technical requirements for the design of the PEI according to the selected operating mode are provided in 82.8.

82.6.3 Interaction with the distribution network

82.6.3.1 General

The connection with the distribution network can be done either directly in low voltage (the type of system earthing will be defined by the DSO) or through a transformer, allowing the choice for a dedicated type of system earthing for the PEI in connected mode.

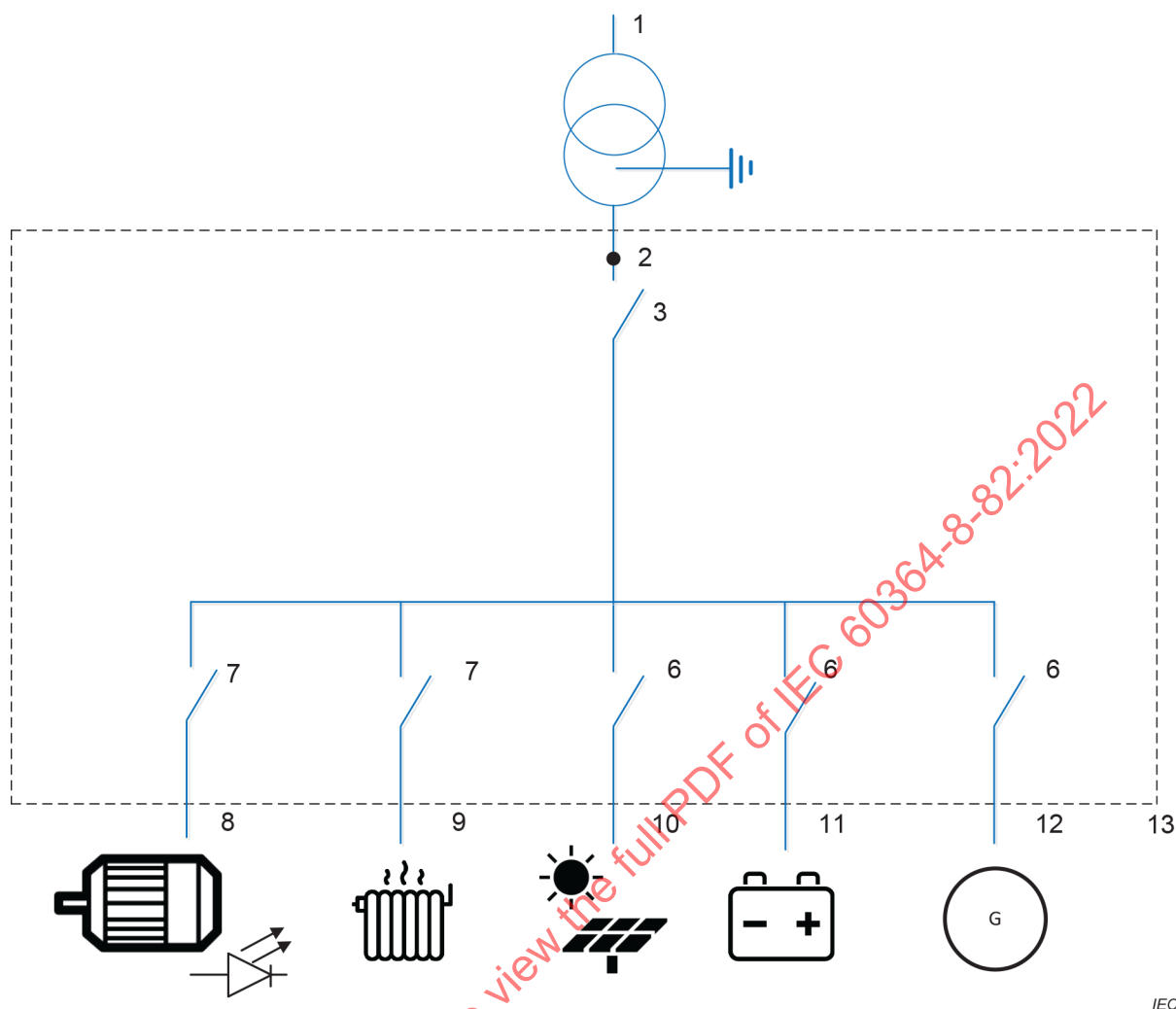
NOTE 1 The SDFI can be on the HV-, LV- or both sides of the transformer in accordance with the requirements of the DSO.

NOTE 2 If there is an HV/LV transformer and if the SDFI is in the LV part, the requirements described in this document apply in the LV part of the installation even if the connection with the distribution network is on the HV side of the transformer (see 82.6.3.4.3 and 82.8).

NOTE 3 Additional information of interactions with the distribution network is given in Annex B.

82.6.3.2 Interaction with the distribution network for grid connected PEI

Grid connected PEIs are designed to operate only when being fed by the distribution network. The type of system earthing and automatic disconnection of supply rely on the connection to the distribution network (see Figure 3).



Key

1	Distribution network	8	Non-sheddable loads (sensitive loads)
2	Point of connection (POC)	9	Sheddable loads (adjustable loads)
3	Main switching device	10	Solar generator
4	Vacant	11	Electrical energy storage system
5	Vacant	12	Other generator (wind, etc)
6	Source switching device	13	Main distribution board
7	Load switching device		

Figure 3 – Example of grid connected PEI architecture

In case of loss of mains (see 82.6.3.5) or if voltage, frequency or other power quality values are out of their tolerances as defined by the DSO, no local power supply shall remain connected to the grid. When the distribution network is re-energized:

- the PEI is re-energized by the distribution network;
- the local power supplies may need DSO permission prior to reconnecting;

NOTE As a temporary solution, the distribution network can be re-energized with limited capacity. In such a case, the DSO can refuse to permit the PEI to connect to local sources.

- the local power supplies may need to synchronize with the network prior to reconnecting.

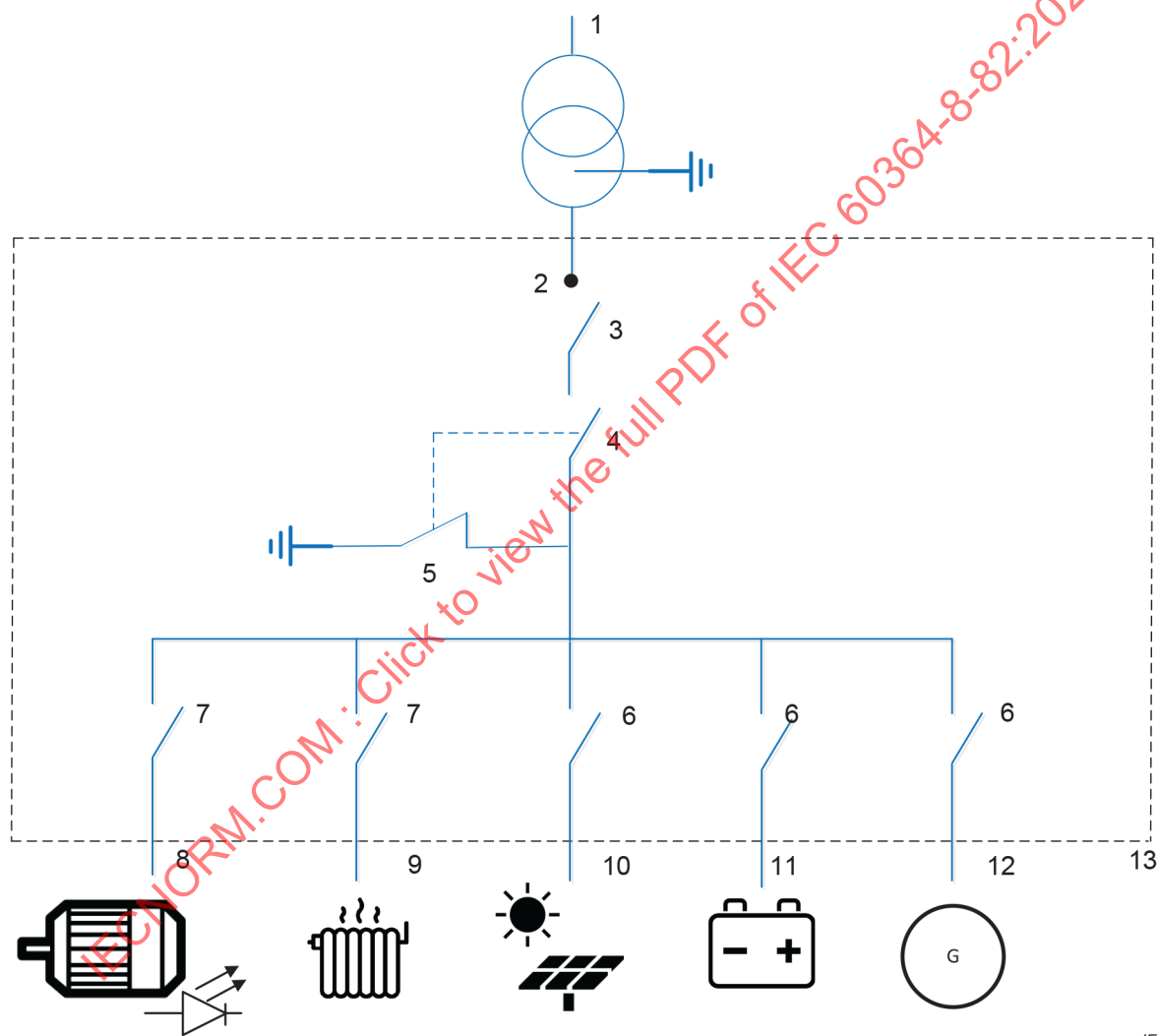
In case of opening of the main switching device:

- disconnect the local power supplies including storage;
- verify that there is no remaining power supply.

82.6.3.3 Interaction with the distribution network for islandable PEI

82.6.3.3.1 Disconnection/reconnection from/to the distribution network in case of loss of mains

The PEI designed to operate in island mode can have two different types of system earthing and related protective measures: one for island mode and one for grid connected mode (see Figure 4 and 82.8).



IEC

Key

1	Distribution network	8	Non-sheddable loads (sensitive loads)
2	Point of connection (POC)	9	Sheddable loads (adjustable loads)
3	Main switching device	10	Solar generator
4	Switching device for islanding (SDFI) (see 82.6.3.4.3)	11	Electrical energy storage system
5	System referencing conductor switching device (see 82.8.2.2.4)	12	Other generator (wind, etc.)
6	Source switching device	13	Main distribution board
7	Load switching device		

Figure 4 – Example of islandable PEI architecture

In case of loss of mains (see 82.6.3.5) or if voltage, frequency or other power quality values are out of their tolerances as defined by the DSO, no local power supply shall remain connected to the grid.

The following cases can occur:

- the PEI waits until the grid is restored (same case as in 82.6.3.2);
- the PEI switches to island mode:
 - disconnect from the distribution network (using the SDFI);
 - use the local type of system earthing (depending on the choice of type of system earthing made for island mode, see 82.8.1);
 - the protection system shall operate in the specific mode (see 82.8.2);
 - the EEMS shall manage the transition from connected mode to island mode depending on the possibility of the PEI:
 - going down then black start (IEV 617-04-24) or
 - keeping the continuity of service (on the fly).
 - the EEMS may exchange the relevant information with the DSO.

When the distribution network is re-energized, the actions are the same as for the intentional change to the connected mode (see 82.6.3.3.3).

82.6.3.3.2 Intentional disconnection from the distribution network

For the intentional change from grid connected mode to island mode (if the change is possible according to the regional, national or provincial regulations [e.g. grid code] and information received from the DSO) the following items shall be considered:

- disconnect from the distribution network (using the SDFI);
- change to the local type of system earthing (depending on the choice of type of system earthing made for island mode, see 82.8.1);
- the protection system shall operate in the specific mode (see 82.8.2);
- the EEMS shall manage the situation depending on the possibility of the PEI:
 - going down then black start, or
 - keeping the continuity of service (on the fly);
- the EEMS shall exchange the relevant information with the DSO.

NOTE This topic could be dealt with differently depending on national regulations.

82.6.3.3.3 Intentional connection to the distribution network

With regard to intentional change from island mode to grid connected mode, two possibilities occur:

- transition with interruption of supply of the loads:
 - disconnect all local power supplies from the PEI and wait until the PEI is de-energized;
 - change the local type of system earthing (if types of system earthing are different in island and grid connected modes) by switching the system referencing conductor switching device;
 - connect to the grid (using the SDFI).
- transition without interruption of supply of the loads (seamless transition):

The PEI shall use dedicated means to synchronize and the appropriate coordinated switching devices to ensure the safety and the power continuity to the critical loads during the transfer.

Connection to the grid shall be allowed within specified limits, for example:

- in alternating current, the difference between voltage amplitudes, frequencies and phase angles in the different systems, depending on requirements of the generators and the grid codes;
- in direct current, the voltage difference between the two systems depending on the design of the power system (to be calculated case by case).

When synchronization conditions are met, the EEMS shall:

- change the local type of system earthing (if types of system earthing are different in island and grid connected modes);
- connect to the grid.

NOTE The intentional connection to the grid process can differ depending on national regulations.

82.6.3.4 Main switching device and switching device for islanding

82.6.3.4.1 General

A main switching device shall be provided for the isolation and protection of the PEI from the grid and shall comply with the requirements of 82.6.3.4.2.

A switching device for islanding (SDFI) shall be provided for the connection or disconnection of the islandable PEI and shall comply with the requirements of 82.6.3.4.3

The main switching device and the switching device for islanding can be integrated into a single device, where appropriate.

These switching devices shall also fulfil the requirements from the DSO, if any.

82.6.3.4.2 Main switching device

The main switching devices in a PEI introduced in 82.6.3.2 and 82.6.3.3 shall be suitable for isolation, according to IEC 60364-5-53:2019, Clause 536.

For a grid connected PEI, when the main switching device is open, all local power supplies shall be disconnected from the PEI (and prevented from being reconnected) to avoid unintentional islanding.

Measure(s) shall be taken to avoid an opening of the main switching device in case of low voltage ride through (LVRT), in compliance with the grid code, without affecting the protections of the installation, for example, not using an undervoltage tripping coil directly supplied from the distribution network on the main switching device.

NOTE Low voltage ride through is the capability of local sources to stay connected in short periods of lower electric network voltage.

82.6.3.4.3 Switching device for islanding

The switching device for islanding (SDFI) is dedicated to the change from grid connected mode to island mode and from island mode to grid connected mode for an islandable PEI, functionally speaking, to separate/link the local sources from/to the distribution network.

NOTE 1 In IEC TS 62786 the term used for switching device for islanding is "interface switch".

Provisions shall be made to prevent the inadvertent and/or unauthorized closing of the SDFI. This can be achieved either by means of mechanical or electrical interlocks on the device, or by locating the device in a cabinet locked with a key or tool unless it is in a location where only skilled or instructed persons may obtain access.

The closing of the SDFI shall be inhibited when local supplies are connected except for an islandable PEI and when the synchronism conditions are met.

The SDFI shall have a short time withstand current greater than or equal to the maximum prospective short circuit current supplied by the distribution network. It can have a lower capacity than the maximum prospective short circuit current supplied by the distribution system if coordinated in short circuit condition with the main overcurrent protection.

The SDFI shall have a breaking and making capacity greater than or equal to the rated current of the PEI and greater than or equal to the maximum prospective short circuit current provided by local sources. It can have a lower capacity than the maximum prospective short circuit current provided by local sources if coordinated with other current protection measures at local sources.

NOTE 2 Some standards exist for transfer source and islanding e.g. IEC 60947-6-1 for transfer switching equipment (TSE). IEC 62991 for source switching equipment (SSE) is under development.

The switching device for islanding shall be interlocked with the system referencing conductor switching device, if any (see 82.8.2.2.4).

Selection of components shall be made according to the expected number of operations.

NOTE 3 Devices can be operated more frequently than in non-PEIs, up to several times a day in some applications.

When an SDFI is in the HV part of the installation provisions shall be made to avoid energization of the HV/LV transformer from the LV side in island mode.

This requirement can be fulfilled by using an additional LV SDFI on the LV part. This SDFI shall comply with the requirements of each SDFI. In addition, this SDFI shall be interlocked with the HV SDFI to ensure the following:

- the opening of the HV SDFI shall cause the opening of the LV SDFI;
- the closing of the LV SDFI shall be inhibited when the HV SDFI is open.

82.6.3.5 Loss of mains

When the distribution network is not energized, prosumers shall operate their PEI in island mode or automatically disconnect from the distribution network and automatically disconnect all local power supplies if the PEI is not able to be operated in island mode.

When the DSO conditions to operate the distribution network are not fulfilled (e.g. overvoltage, power quality, several microgrids running together as an island from the DSO point of view), prosumers shall also operate their PEI in island mode or automatically disconnect all local power supplies if the PEI is not able to be operated in island mode.

The disconnection of the PEI from the distribution network shall be ensured by a protection usually called "loss of mains" protection which is defined by local utility specifications or local regulations. "Loss of mains" protection is generally based on one or a combination of several protection functions.

NOTE 1 Loss of mains protection is called "interface protection" in IEC TS 62786: 2017, 3.13.

One loss of mains protection shall be provided for each supply or one centralized protection for a group of supplies.

NOTE 2 One centralized protection for a group of supplies could be for example a solution when transition without interruption from grid connected mode to island mode (for the entire or part of the PEI) is expected.

A non-exhaustive list of common protection functions which can be requested is given below as examples:

- phase undervoltage and phase overvoltage protections;
- underfrequency and overfrequency protections.

Optionally, in some specific application cases, additional functions could be requested:

- rate of change of frequency protection;
- reverse power protection.

The settings are generally defined by DSO specifications or local regulations. These settings are defined to meet several requirements, which are recalled below:

- the selectivity of the voltage protection settings with low voltage ride through (LVRT) requirements shall be ensured;
- the selectivity of the frequency protection settings with frequency ride through (FRT) requirements (if any) shall be ensured;

NOTE 3 Frequency ride through is the capability of local sources to stay connected for a short period of time where the frequency is out of specified tolerance.

- the detection of non-intentional island DSO feeder, which could be supplied by sources of connected PEIs shall be ensured. In case of short-circuit (including earth fault) on the public network feeder, the corresponding feeder protection at the main distribution substation will trip and the faulty distribution network feeder could be supplied by PEI sources connected along the feeder. The loss of mains protections shall disconnect all the PEIs sources, whatever the balance between loads and source.

NOTE 4 The detection of such fault can require some special measures on the HV side such as residual/zero sequence overvoltage protection (59N according to IEEE C37.2).

NOTE 5 The DSO can require a test of the protection functions, including loss of mains, with regards to the safety of the distribution system.

- the selectivity of the loss of mains protections with short-circuit protections inside the distribution network and PEIs should be ensured. When a short circuit occurs in the distribution network on an adjacent feeder or inside a PEI, loss of mains protections should remain stable (no trip) to avoid an unwanted disconnection.

82.6.3.6 Voltage and frequency characteristics

In connected mode, voltage and frequency are set by the distribution network that is typically alternating current.

In island mode, voltage and frequency are not any more set by the distribution network. The voltage and frequency characteristics (amplitude, variations, etc.) shall be aligned with the characteristics of the connected equipment.

For stand-alone PEIs and islandable PEIs in island mode, voltage and frequency shall be set by a grid forming source (for example one rotating generator or one grid forming converter).

For stand-alone PEIs and islandable PEIs in island mode, the supply voltage range, under normal operating conditions, shall be specified. IEC 60038 shall be used as a reference. The power frequency range shall be specified according to generators and loads declared characteristics.

These characteristics are needed for defining the settings of the protection system.

NOTE These considerations apply for the supplied part of the PEI in island mode, either in alternating current or direct current (see Figure 1 and Figure 2).

For PEIs always connected to a distribution network or islandable PEIs operated in connected mode, the PEI should also comply with all the supply requirements (e.g. voltage, frequency) according to IEC TS 62749.

82.7 Control and monitoring

82.7.1 General

An electrical energy management system (EEMS) is required to ensure the correct operation of the PEI.

The objectives of the EEMS for a PEI are as follows:

- to control the connection of the PEI to the smart grid;
- to manage locally the electrical energy production;
- to manage locally the electrical consumption;
- to manage the energy exchange with the DSO.

The following are examples of functions that can be handled by the EEMS:

- power sources and loads management;
- multi-source connection management;
- load control proposal (load shedding and load shifting);
- bi-directional exchange of information with the DSO: for example,
 - the PEI should make available to the DSO the PEI operating status (disconnected, disconnected and de-energized, de-energized and in maintenance mode, disconnected but energized, in the process of being disconnected, island mode, ready to (re)connect to the grid, (re)connecting, connected, idle, consuming, producing, estimated duration of operation in island mode, situation of the type of system earthing, etc.);
 - the PEI should share with the DSO its local electrical generating characteristics:
 - i) actual active and reactive power, 4 quadrants,
 - ii) actual frequency,
 - iii) actual voltage (3 phases),
 - iv) actual power factor (PF),
 - v) actual storage capabilities (if any).
 - the PEI should collect from the DSO the authorization to cease-to-energize, authorization for reconnection;

NOTE Information on the tariff can be necessary for the PEI to decide on its operating mode.

- backup of the system management by means of energy storage system and power sources;
- control of the energy from and to the energy storage system;
- monitoring of the voltage quality;
- provision of interface with the end user.

The EEMS can manage some short time power control, stability, as far as longer time energy optimization is concerned, as specified in IEC TS 60364-8-3.

The EEMS can be installed as a separate equipment or in different pieces of equipment or can be integrated in other existing equipment.

82.7.2 Architecture of control and monitoring system

Consumption of each electrical installation part of a PEI shall be monitored, as well as all local electricity production, with energy meters, power metering and monitoring devices (PMD) according to IEC 61557-12 or other measuring equipment.

For collective and shared PEIs, the part of the local production of electrical energy consumed by each individual electrical installation should be provided.

See Annex C.

82.8 Protection of prosumer electrical installation

82.8.1 General

The prosumer's electrical installation shall be able to operate in any intended operating mode as defined in 82.6.2. According to needs, a PEI can change the operating mode at any time and can come back to the initial operating mode also at any time (for instance, from connected mode to island mode and then back to connected mode).

Protection of persons and properties shall be provided including local supplies in all operation modes and in all parts of the installations (AC or DC).

This is particularly the case for the protection of persons against electric shock when the automatic disconnection of supply is used as a protective measure for all intended operating modes. In this case, the type of system earthing used for all intended operating modes can differ and can depend on the operating mode.

– Grid connected PEI:

A means to prevent islanded operation shall be provided in order to switch off and disconnect all local supplies when the grid supply is not operating properly.

The requirements of 82.8.2.1, 82.8.3, 82.8.4 and 82.8.5 apply.

– Islandable PEI:

The requirements of 82.8.2, 82.8.3, 82.8.4 and 82.8.5 apply.

– Stand-alone PEI:

The requirements of 82.8.2.1, 82.8.2.2, 82.8.3, 82.8.4 and 82.8.5 apply.

82.8.2 Protection against electric shock

82.8.2.1 General

One of the following measures shall be used:

- double or reinforced insulation;
- SELV or PELV;
- automatic disconnection of the supply.

82.8.2.2 Protective measure by automatic disconnection of supply

82.8.2.2.1 General

When the automatic disconnection of supply is used as a protective measure it shall be provided for all intended operating modes.

For islandable and stand-alone PEIs with multiple local supplies, except for IT systems not connected to the earth, a single connection of the reference conductor to earth per galvanically isolated part of the PEI should be the preferred solution (see also IEC 60364-1:2005, Figure 31D). When, owing to the positioning of the different decentralized local sources, it is not realistic to have a single connection to earth, multiple connections of the reference conductor to earth can be used. Special attention should then be given to RCD use, interlocked management of the reference to earth connections, if necessary, and EMC concerns.

Local supplies shall be connected to the main distribution board with dedicated circuits. When, owing to the geographical positioning of the different decentralized local sources, it is not realistic to connect every local supply to the main distribution board, specific protection measures shall ensure safety.

NOTE Having the local supplies directly connected in the main distribution board and also having a system referencing conductor connected to earth in the same distribution board limits the risk of having a part of the electrical installation being supplied by a downstream grid-forming local source without reference to earth.

82.8.2.2.2 Islandable PEI connected to a low voltage distribution network

In connected mode without any transformer providing galvanic separation, the type of system earthing of the PEI is the one defined by the DSO.

NOTE If an LV-LV transformer providing galvanic separation is inserted between the PEI and the distribution network, the requirements of 82.8.2.2.3 apply.

In island mode, protection by automatic disconnection of supply shall not rely upon the connection to the earthed point of the distribution network when the local power sources are operating as a switched alternative. A suitable means of earthing shall be provided (see IEC 60364-5-55:2011, 551.4.3.2).

Where the SDFI disconnects all live conductors (see Figure 5 and Figure 7), the following applies:

- the type of system earthing of the PEI in island mode can be either TN, TT or IT;
- except for the IT system without reference, a system referencing conductor switching device shall be installed on the PEI side of the SDFI according to 82.8.2.2.4;
- where the PEI includes several earth electrodes with no interconnection (in alternating current, as this cannot be done in direct current due to corrosion), TN is not allowed;
- where the IT system is designed to not disconnect in the event of first fault, the installation shall be operated only by instructed (BA4) or skilled (BA5) persons (see IEC 60364-5-51, see also IEC 60364-5-53:2019, 537.2.1);
- for a TN system, the requirements for the earthing arrangement and protective device of 82.8.2.2.5 apply;
- for a TT system, the requirements for the earthing arrangement and protective device of 82.8.2.2.6 apply;
- for an IT system, the requirements for the earthing arrangement and protective device of 82.8.2.2.7 apply.

Table 1 details possible combinations of types of system earthing in connected mode and island mode for PEIs and the associated requirements for the system referencing conductor switching device.

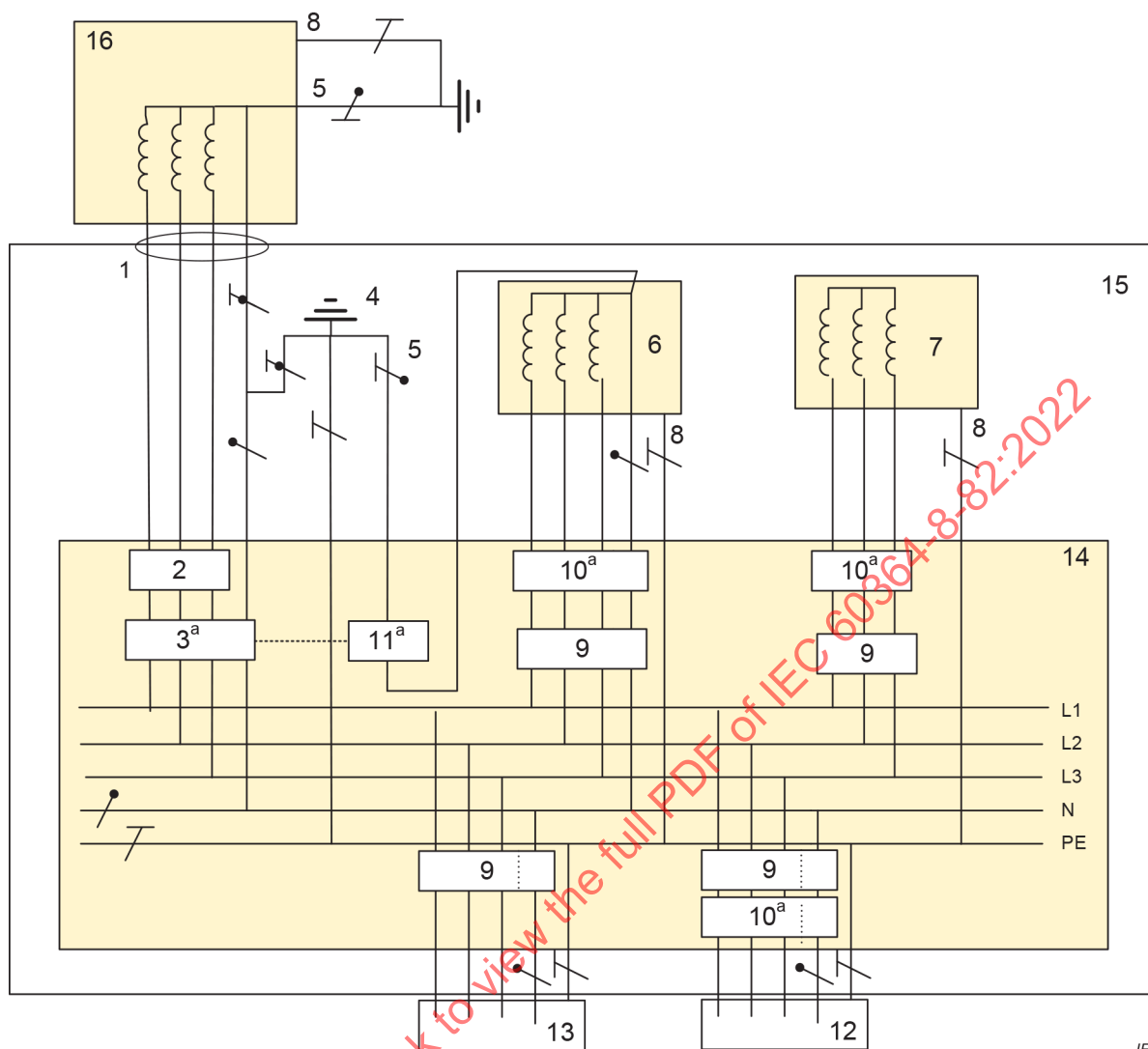
Examples of some possible configurations are given in Figure 5 to Figure 11.

A TN-C-S system is allowed if the local source earth fault current is sufficient to trip the overcurrent protection in the maximum disconnection time given in IEC 60364-4-41. If sufficient earth fault current is not available, then other provisions shall be made.

The flow of stray currents induced by a possible DC subpart of the PEI shall be taken into account (for corrosion consideration for example, as in any TT installation).

Table 1 – Combinations of possible types of system earthing in connected mode and island mode for PEIs and associated requirements for system referencing conductor switching device

AC type of system earthing in grid connected mode	AC type of system earthing in island mode	Island mode possible Y/N	Need for system referencing conductor switching device	Illustrating figure
TT	TT	Y	Y	
	TN-S	Y	Y	Figure 7, Figure 8
	IT	Y	N but need to start insulation monitoring or switch on artificial neutral point	
TN-S	TT	Y	Y	
	TN-S	Y	Y except if neutral to earth connection on load side	Figure 9, Figure 10
	IT	Y	N but need to start insulation monitoring or switch on artificial neutral point	
TN-C-S	TT	N		
	TN-S	Y	Y	Figure 5
	TN-C-S	Y	N, but local earthing electrode needed	Figure 6
	IT	N		
TN-C	TT	N		
	TN	N		
	IT	N		
IT	TT	Y	Y	
	TN-S	Y	Y	
	IT	Y	N	Figure 12
NOTE This table deals with AC 3 lines + neutral system, for AC 1 line + neutral system, see Annex D.				



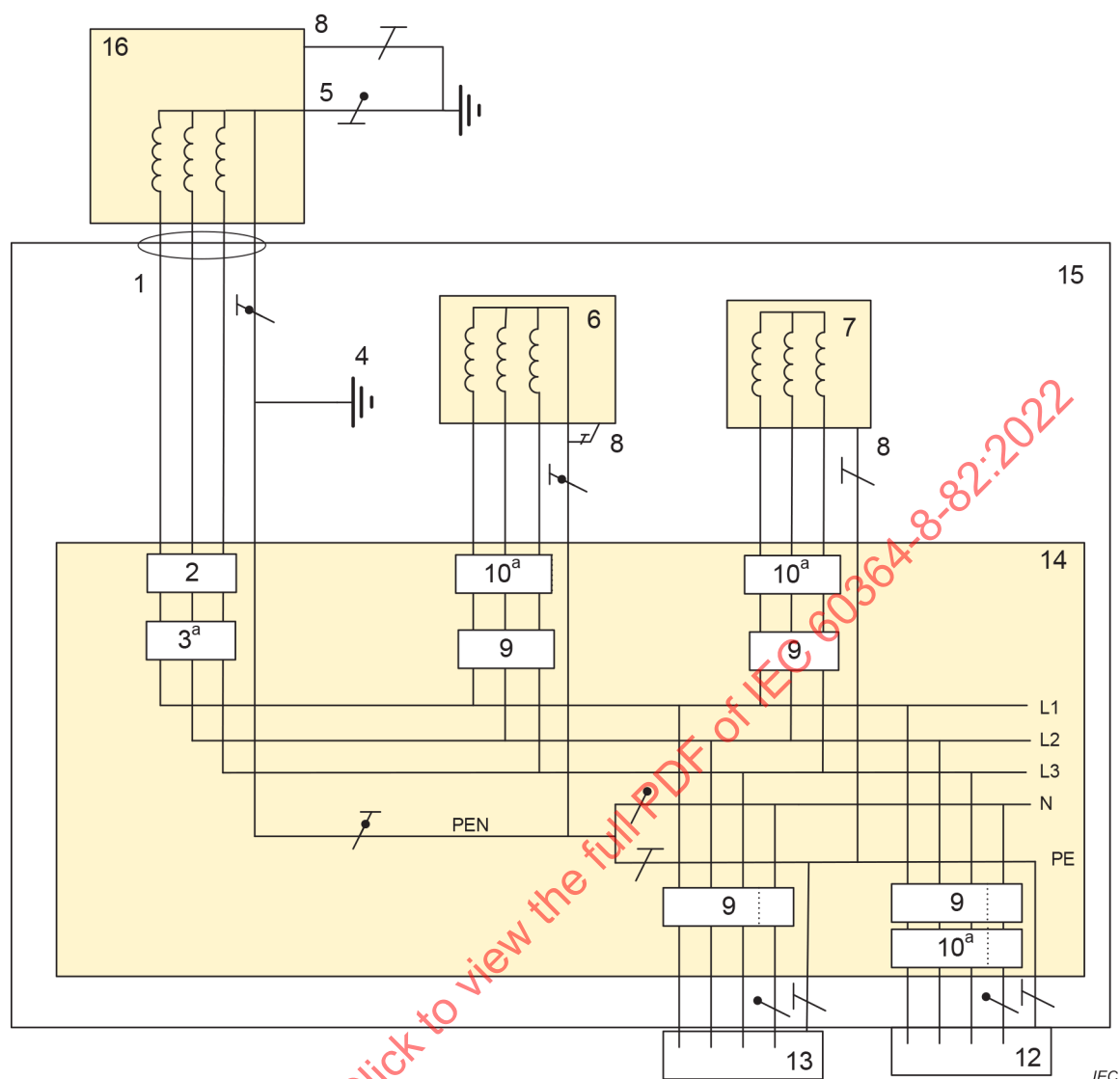
IEC

Key

- 1 Point of connection with DSO (POC)
- 2 Main overcurrent protective device (OCPD)
- 3 Switching device for islanding (SDFI)
- 4 Local earthing electrode
- 5 System referencing conductor
- 6 Local source (rotating generator or grid forming converter)
- 7 Local source without neutral
- 8 Protective conductor for exposed conductive part of local source
- 9 Overcurrent protective device suitable for isolation
- 10 Switching device
- 11 System referencing conductor switching device interlocked with SDFI (3)
- 12 Sheddable loads
- 13 Non sheddable loads
- 14 Main distribution board
- 15 PEI
- 16 DSO HV/LV transformer

^a These devices are controlled by the EEMS.

Figure 5 – Example of architecture of PEI connected to LV DSO operating in TN-C-S in connected mode and becoming TN-S in island mode

**Key**

- 1 Point of connection with DSO (POC)
- 2 Main overcurrent protective device (OCPD)
- 3 Switching device for islanding (SDFI)
- 4 Local earthing electrode
- 5 System referencing conductor
- 6 Local source (rotating generator or grid forming converter)
- 7 Local source without neutral
- 8 Protective conductor for exposed conductive part of local source
- 9 Overcurrent protective device suitable for isolation (possibly combined with an RCD)
- 10 Switching device
- 11 Vacant
- 12 Sheddable loads
- 13 Non-sheddable loads
- 14 Main distribution board
- 15 PEI
- 16 DSO HV/LV transformer
- ^a These devices are controlled by the EEMS.

Figure 6 – Example of architecture of PEI connected to LV DSO operating in TNC-S in connected mode and in island mode



Key

- 1 Point of connection with DSO (POC)
- 2 Main overcurrent protective device (OCPD)
- 3 Switching device for islanding (SDFI) interlocked with system referencing conductor switching device (11)
- 4 Local earthing electrode
- 5 System referencing conductor
- 6 Local source (rotating generator or grid forming converter)
- 7 Local source without neutral
- 8 Protective conductor for exposed conductive part of local source
- 9 Overcurrent protective device suitable for isolation (possibly combined with an RCD)
- 10 Switching device
- 11 System referencing conductor switching device interlocked with SDFI (3)
- 12 Sheddable loads
- 13 Non sheddable loads
- 14 Main distribution board
- 15 PEI
- 16 DSO HV/LV transformer

^a These devices are controlled by the EEMS.

^a These devices are controlled by the EEMS.

Figure 7 – Example of architecture of PEI connected to LV DSO with disconnection of the neutral, operating in TT in connected mode and becoming TN in island mode

82.8.2.2.3 Islandable PEI connected to HV distribution network through HV/LV transformer

82.8.2.2.3.1 General

When the PEI is supplied in connected mode from the HV distribution network through the HV/LV transformer, selection of the low-voltage type of system earthing shall be done during the design phase.

The selection of type of system earthing shall ensure the proper functioning in both connected mode and island mode. The preferred selection is to use the same type of system earthing for connected mode and island mode.

NOTE PEIs with an SDFI in high voltage are not in the scope of this document.

82.8.2.2.3.2 PEI with system referencing conductor on the transformer side of SDFI

NOTE 1 When the LV installation is supplied by several transformers in parallel, the requirements apply to each transformer.

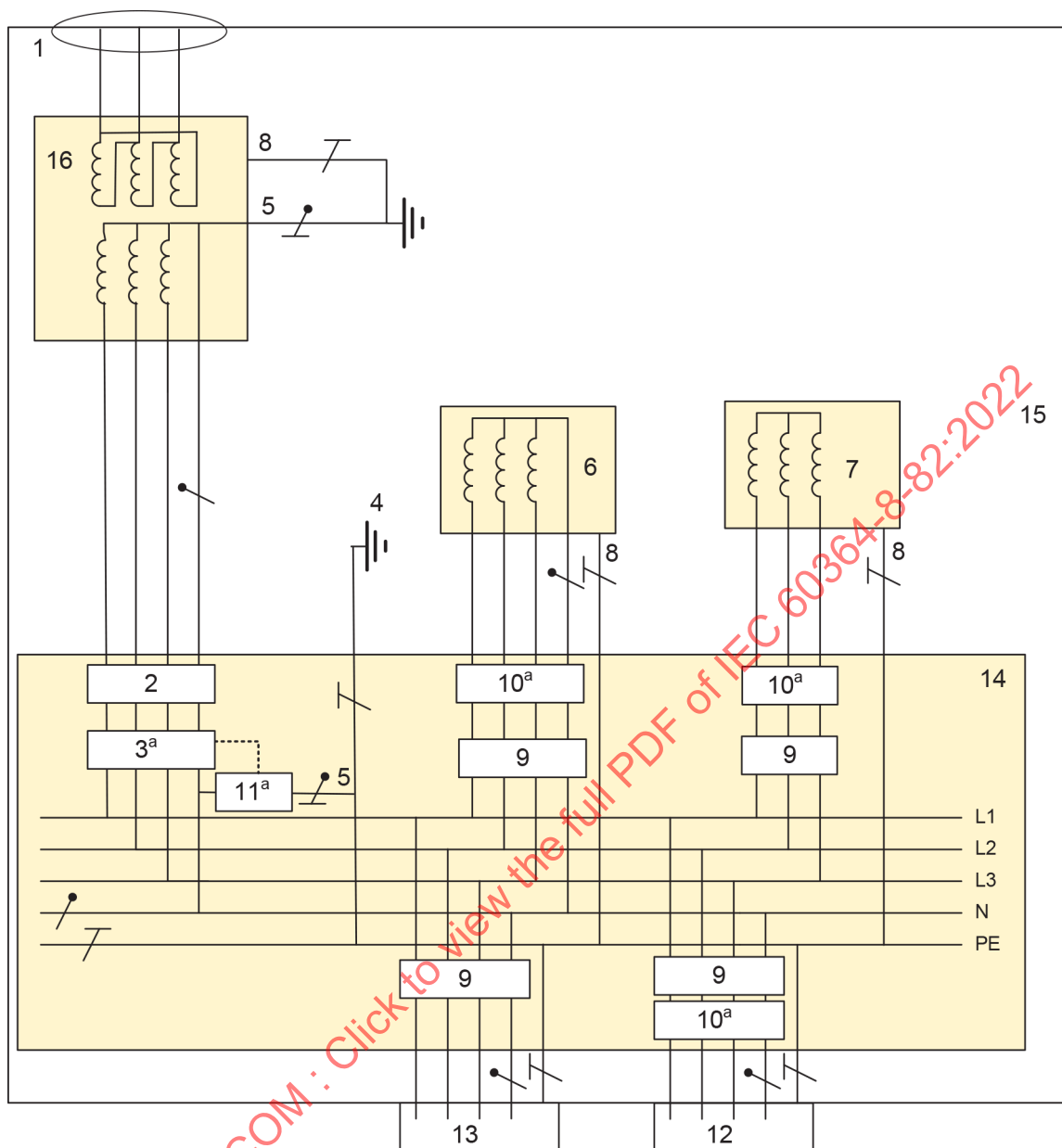
NOTE 2 When the LV installation is supplied by a generator with neutral point earthed as an alternate supply to the HV distribution network, the requirements apply the same way with the generator as with a transformer.

An SDFI according to 82.6.3.4 shall disconnect all live conductors including the neutral on the LV side of the HV/LV transformer.

The type of system earthing of the PEI in island mode can be TN, TT or IT considering the following:

- if the PEI includes several earth electrodes with no interconnection, TN shall not be selected for island mode;
- for TN, TT and IT with impedance or artificial neutral point a system referencing conductor switching device shall be installed on the PEI side of the SDFI according to 82.8.2.2.4;
- in TN, TT and IT systems, requirements for the earthing arrangement and protective device of 82.8.2.2.5, 82.8.2.2.6 and 82.8.2.2.7 respectively apply;
- the IT system designed not to disconnect in the event of first fault shall be applied only in installations operated by instructed (BA4) or skilled (BA5) persons (see also IEC 60364-5-53: 2019, 537.2.1).

In a TN system, the neutral to earth link of the transformer can be used for the neutral to earth connection, in which case the SDFI shall not disconnect the neutral. This solution is not recommended as disturbance from the HV network (overvoltage) can still affect the PEI in island mode and maintenance operation on the transformer are not possible during islanded operation. For the TN type of system earthing, it is recommended to connect the system referencing conductor to the earth on a PEI side of the SDFI (see 82.8.2.2.3.3). A TN-C system between the HV/LV transformer and the main distribution board can also be used (see Figure 8).



IEC

Key

- 1 Point of connection with DSO (POC)
 - 2 Main overcurrent protective device (OCPD)
 - 3 Switching device for islanding (SDFI) interlocked with system referencing conductor switching device (11)
 - 4 Local earthing electrode
 - 5 System referencing conductor
 - 6 Local source (rotating generator or grid forming converter)
 - 7 Local source without neutral
 - 8 Protective conductor for exposed conductive part of local source
 - 9 Overcurrent protective device suitable for isolation (possibly combined with an RCD)
 - 10 Switching device
 - 11 System referencing conductor switching device interlocked with SDFI (3)
 - 12 Sheddable loads
 - 13 Non sheddable loads
 - 14 Main distribution board
 - 15 PEI
 - 16 HV/LV transformer
- ^a These devices are controlled by the EEMS.

Figure 8 – Example of PEI installation with neutral earthing on the HV/LV transformer side: TT in connected mode, TN in island mode (as one unique earthing arrangement in the installation)

82.8.2.2.3.3 PEI with system referencing conductor on the PEI side of the SDFI

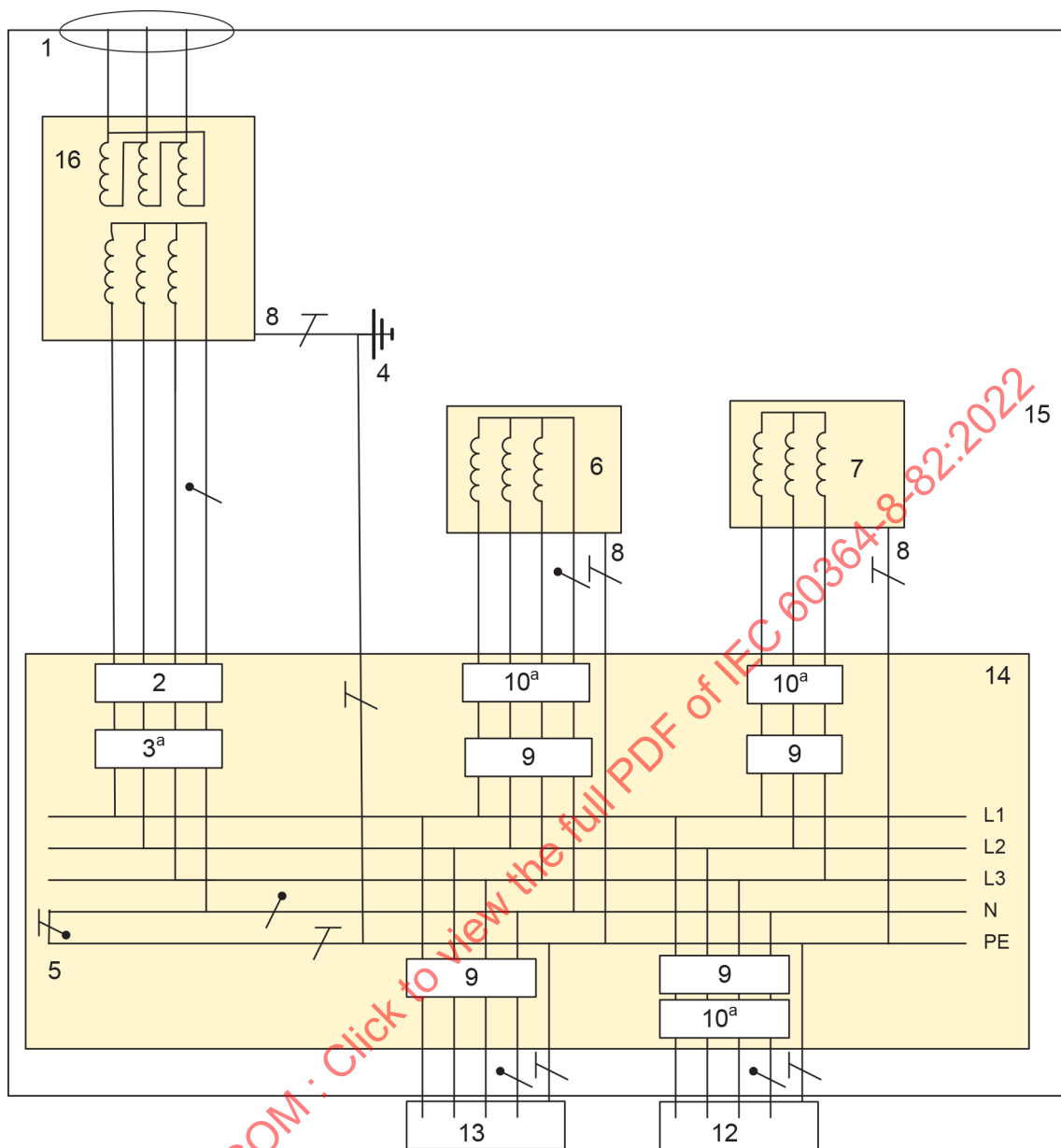
This arrangement is recommended for PEIs as it allows to have one single permanent neutral to earth link (with or without impedance).

An SDFI shall disconnect all live conductors (including the neutral on the LV side of the HV/LV transformer).

The type of system earthing of the PEI in island mode shall be the same as in connected mode (see Figure 9).

In TN, TT and IT systems, requirements for earthing arrangement and protective device of 82.8.2.2.5, 82.8.2.2.6, 82.8.2.2.7 respectively apply.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-82:2022



IEC

Key

- 1 Point of connection with DSO (POC)
 - 2 Main overcurrent protective device (OCPD)
 - 3 Switching device for islanding (SDFI)
 - 4 Local earthing electrode
 - 5 System referencing conductor
 - 6 Local source (rotating generator or grid forming converter)
 - 7 Local source without neutral
 - 8 Protective conductor for exposed conductive part of local source
 - 9 Overcurrent protective device suitable for isolation (possibly combined with an RCD)
 - 10 Switching device
 - 11 Vacant
 - 12 Sheddable loads
 - 13 Non sheddable loads
 - 14 Main distribution board
 - 15 PEI
 - 16 HV/LV transformer
- ^a These devices are controlled by the EEMS.

Figure 9 – Example of PEI installation in TN-S with neutral permanently earthed on PEI side

82.8.2.2.4 System referencing conductor switching device

82.8.2.2.4.1 General

When required due to the type of system earthing, the system referencing conductor switching device shall comply with the following requirements.

82.8.2.2.4.2 Characteristics of the system referencing conductor switching device

This device shall be connected between the system referencing conductor and the local earthing arrangement of the installation according to the selected type of system earthing. The system referencing conductor is connected to the neutral or mid-point, when available, or to a one-line conductor.

The earthing arrangement needed for operating the PEI in island mode shall be connected to a local earthing electrode. In addition, the one for the DSO distribution network can also be used.

Disconnection of the conductor used for connection to the earthing arrangement shall comply with the requirements of isolation according to IEC 60364-5-53:2019, 536.2.

This device and the system referencing conductor shall be capable of making and withstanding the current that could flow through it in normal operation and in case of fault. The system referencing conductor shall be selected following the rules of IEC 60364-5-54:2011, 542.3.

This device shall be interlocked with an SDFI to ensure the system referencing conductor is connected to the local earthing arrangement when the PEI is islanded from the distribution system, and that the system referencing conductor is disconnected from the local earthing arrangement when the PEI is connected to the grid.

NOTE Both functions could be done by a single device.

This device should be located close to the switching device used for islanding. Mechanical interlocking with the switching device used for islanding is preferred. When prosumer local supplies are not located close to the POC to the distribution system, an electrical interlocking can be accepted.

In island mode, if the system referencing conductor switching device is open, all local power supplies shall be disconnected from the PEI.

Operation without reference to the system to earth is accepted during a short time (typically less than 5 s) in the case of transition from island mode to connected mode and/or connected mode to island mode without power interruption.

Provision shall be made to prevent the inadvertent and/or unauthorized opening of this device. This can be achieved by locating the device in a cabinet locked with a key or tool unless it is in a location where only skilled or instructed persons may obtain access.

82.8.2.2.4.3 Location of system referencing conductor switching device

When the PEI includes only one local supply, the earthing of the system referencing conductor can be done at the supply location.

When the PEI includes several local supplies operating in parallel, the earthing of the system referencing conductor shall be common to all supplies. It is recommended to connect all supplies to the same distribution board including also the SDFI and the system referencing conductor switching device. For extended large installations, the global installation should be split into different PEIs.

NOTE In some countries, accessibility to the DSO is required for the SDFI (control and/or status of the SDFI).

82.8.2.2.5 Island mode in TN

A local earth electrode shall be erected.

When a system referencing conductor switching device is necessary, it shall connect the reference conductor to the earth, through the main earthing terminal and local earth electrode. All exposed-conductive-parts of the installation shall be connected to the same earthing terminal (according to IEC 60364-4-41:2005, 411.4.2 and IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 411.4.2).

As the system is designed to operate in connected mode with multiple sources, IEC 60364-1:2005, 312.2.1.2 applies. A single system referencing conductor between neutral and earth exists in connected mode and in island mode.

The characteristics of the protective devices and the circuit impedances shall fulfil the requirements of IEC 60364-4-41:2005, 411.4.4 and IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 411.4.4.

The source impedance to be considered for the fault loop impedance calculation shall be the least powerful local power supplies able to run in islanding mode.

In a PEI that can operate with local power supplies based on an electronic power converter with limited capability to provide fault current:

- automatic disconnection of the supply in case of fault cannot be ensured in all cases relying only on overcurrent protection;
- RCDs shall be used to fulfil disconnection time (see IEC 60364-4-41:2005, Table 41.1). In particular when the neutral to earth link is done at the main distribution board level, an RCD located on the neutral to earth link shall disconnect all local power sources (see Figure 10);
- a TN-C system shall not be applied.

NOTE If there is only one source including a system referencing conductor switching device, an RCD can be placed on the circuit between this source and the rest of the installation.

For proper operation of the installation in island mode, division of circuits and selectivity of RCDs should be considered.

For power supplies based on an electronic power converter without manufacturer's instructions, the impedance of the grid forming the power electronic converter (PEC) can be calculated as follows:

$$Z_{\text{PEC}} = 1,2 \times U_o^2 / S_n$$

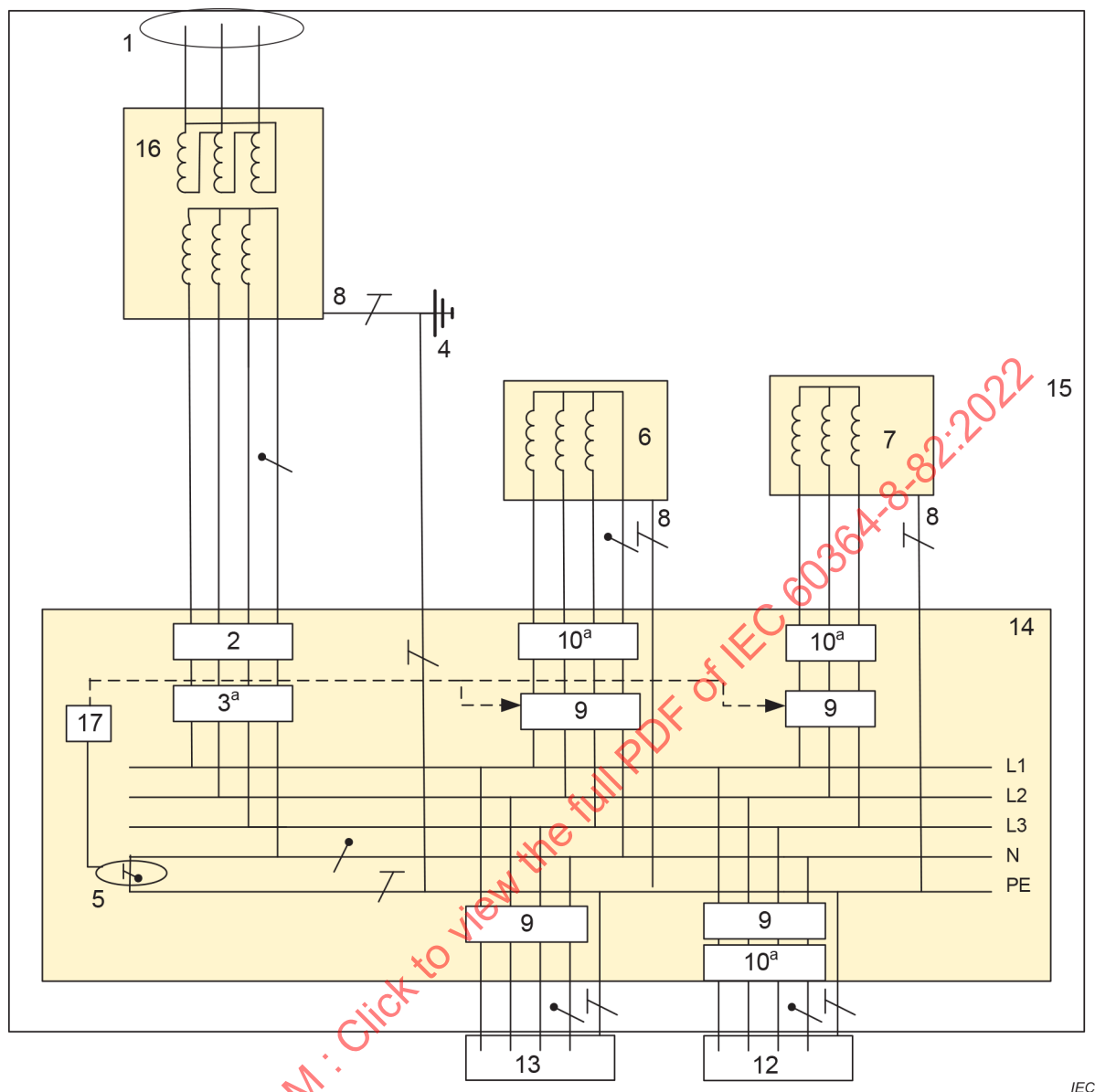
where

Z_{PEC} is the impedance in ohms (Ω) of the PEC source to include in the fault loop;

U_o is the nominal line to line voltage in volts (V) in AC 3 phase, or line to line voltage in DC or line to neutral in single phase voltage;

S_n is the rated power in kVA of the PEC.

EXAMPLE A 400 V 50 kVA three phase grid forming storage unit can be characterized as a voltage supply with an internal impedance of $1,2 \times 400 \times 400 / 50\,000 = 3,84 \, \Omega$ capable of delivering an earth fault current of 60 A.



IEC

Key

- 1 Point of connection with DSO (POC)
- 2 Main overcurrent protective device (OCPD)
- 3 Switching device for islanding (SDFI)
- 4 Local earthing electrode
- 5 System referencing conductor
- 6 Local source (rotating generator or grid forming converter)
- 7 Local source without neutral
- 8 Protective conductor for exposed conductive part of local source
- 9 Overcurrent protective device suitable for isolation (possibly combined with an RCD)
- 10 Switching device
- 11 Vacant
- 12 Sheddable loads
- 13 Non sheddable loads
- 14 Main distribution board
- 15 PEI
- 16 HV/LV transformer
- 17 Modular RCD disconnecting all local supplies of the PEI in case of fault
- ^a These devices are controlled by the EEMS.

Figure 10 – Example of PEI installation in TN-S with neutral permanently earthed on PEI side with RCD on the system referencing conductor

82.8.2.2.6 Island mode in TT

When a system referencing conductor switching device is necessary it shall connect the system referencing conductor to a local earthing electrode as specified in IEC 60364-4-41:2005, 411.5.1.

Where a residual current protective device (RCD) is used for fault protection, the requirements of IEC 60364-4-41:2005, 411.5.3 shall be fulfilled considering the value of the resistance of the local earth electrode.

Where an overcurrent protective device is used for fault protection, the requirements of IEC 60364-4-41:2005, 411.5.4 and IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 411.5.4 shall be fulfilled.

The source impedance to be considered for the fault loop impedance calculation shall be the least powerful local power supplies able to run in islanding mode.

When a neutral to earth link is done at the main distribution board level, an RCD located on the neutral to earth link shall disconnect all local power sources.

For correct operation of the installation in island mode, the division of circuits and selectivity of the RCD shall be considered.

For power supplies based on an electronic power converter, without manufacturer's instructions, the impedance of the grid forming electronic power converter (EPC) shall be calculated as described in 82.8.2.2.5.

82.8.2.2.7 Island mode in IT

When an IT system is selected for the island mode, the requirements of IEC 60364-4-41:2005, 411.6 and IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 411.6 apply.

NOTE 1 In an IT system, the following parts of the IEC 60364 series are also taken into consideration: IEC 60364-4-43:2008, 431.2.2, IEC 60364-4-44:2007, 442.4, IEC 60364-5-53:2019, Clause 531 and IEC 60364-5-53:2019/AMD1:2020, Clause 531, IEC 60364-5-53:2019, Clause 537.

An insulation monitoring device shall be provided to indicate the occurrence of a first fault from a live part to exposed-conductive-parts or to earth (see Figure 11). This device shall initiate an audible and/or visual signal which shall continue as long as the fault persists. If there are both audible and visible signals, it is permissible for the audible signal to be cancelled.

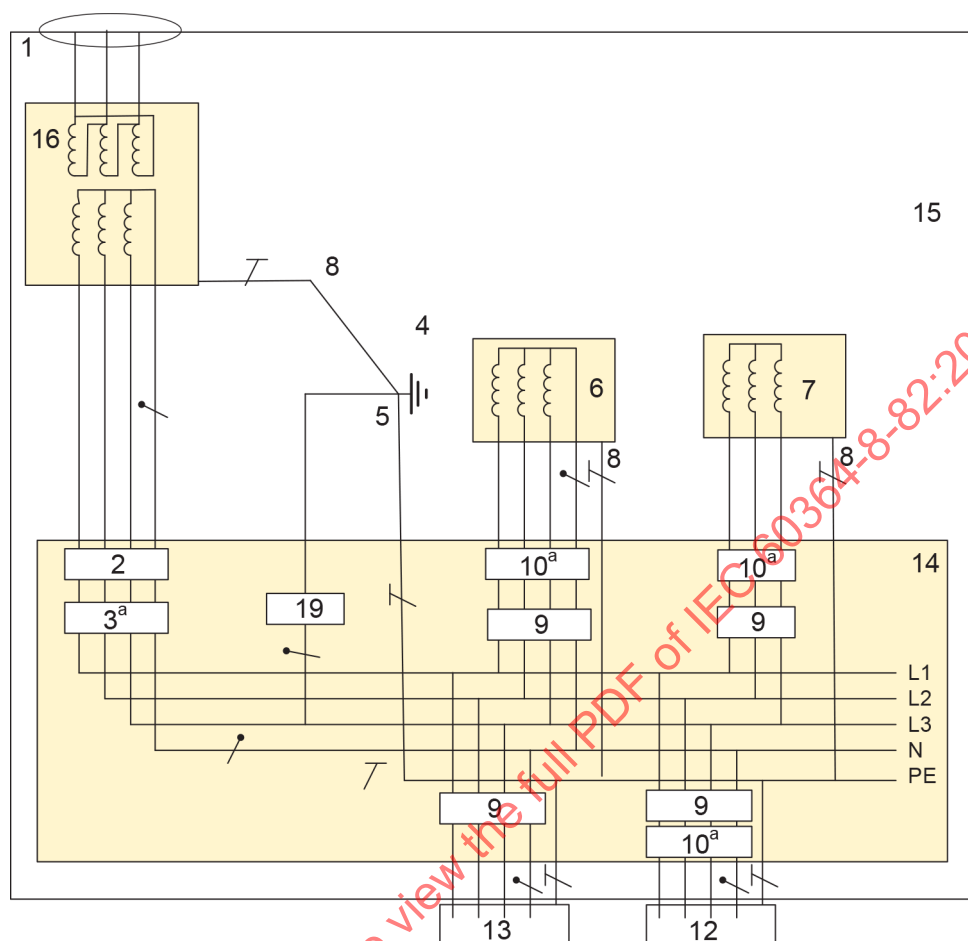
It is recommended to eliminate the first fault with the shortest practicable delay (typically less than 2 h). Therefore, an insulation fault location system can be used in order to locate rapidly the fault, before occurrence of a second fault.

NOTE 2 Requirements for monitoring are given in IEC 60364-5-53:2019, Clause 537.

The condition of automatic disconnection of the supply in case of second fault shall be checked according to IEC 60364-4-41:2005, 411.6.4 considering local supply impedance. For power supplies based on electronic power converter, without manufacturer's instructions, the impedance of the grid forming power electronic converter (PEC) shall be calculated as described in 82.8.2.2.5. For an IT system with artificial neutral point, an automatic disconnection of supply can be used to eliminate the first fault and so insulation monitoring device is not compulsory.

For an IT system with artificial neutral point, the requirements applying to the system referencing conductor switching device shall apply to the switching device connecting the transformer creating the artificial neutral point (see Figure 12).

For an IT system with artificial neutral point, the system referencing conductor switching device shall be installed between line conductors and the artificial neutral point.

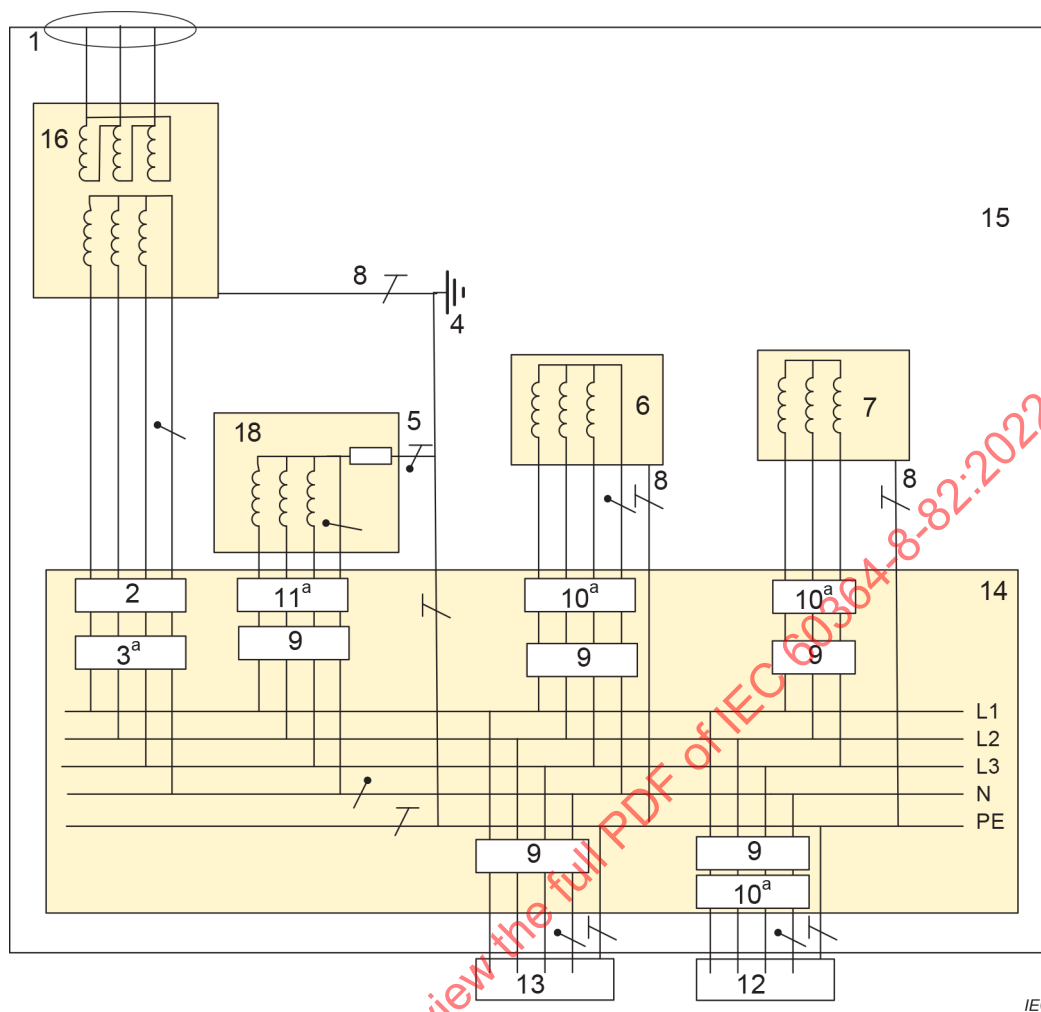


IEC

Key

- 1 Point of connection with DSO (POC)
 - 2 Main overcurrent protective device (OCPD)
 - 3 Switching device for islanding (SDFI)
 - 4 Local earthing electrode
 - 5 System referencing conductor
 - 6 Local source with neutral (rotating generator or grid forming converter)
 - 7 Local source without neutral
 - 8 Protective conductor for exposed conductive part of local source
 - 9 Overcurrent protective device suitable for isolation (possibly combined with an RCD)
 - 10 Switching device
 - 11 Vacant
 - 12 Sheddable loads
 - 13 Non sheddable loads
 - 14 Main distribution board
 - 15 PEI
 - 16 HV/LV transformer
 - 17 Vacant
 - 18 Vacant
 - 19 Insulation monitoring device
- ^a These devices are controlled by the EEMS.

Figure 11 – Example of PEI in IT system in island mode



Key

- 1 Point of connection with DSO (POC)
 - 2 Main overcurrent protective device (OCPD)
 - 3 Switching device for islanding (SDFI)
 - 4 Local earthing electrode
 - 5 System referencing conductor
 - 6 Local source (rotating generator or grid forming converter)
 - 7 Local source without neutral
 - 8 Protective conductor for exposed conductive part of local source
 - 9 Overcurrent protective device suitable for isolation (possibly combined with an RCD)
 - 10 Switching device
 - 11 Switching device for artificial neutral point
 - 12 Sheddable loads
 - 13 Non sheddable loads
 - 14 Main distribution board
 - 15 PEI
 - 16 HV/LV transformer
 - 17 Vacant
 - 18 Artificial neutral point (eg Wye Delta or ZigZag transformer)
- ^a These devices are controlled by the EEMS.

Figure 12 – Example of PEI in IT system in island mode with automatic disconnection of supply

82.8.2.3 Bidirectional AC/DC converter (active front end)

Regarding protective measures to be implemented in a PEI with AC and DC subparts (see Figure 2), and specifically regarding the protection of the AC side against earth faults on the DC side, two situations occur depending on the arrangement between the AC side and the DC side of the installation.

- the installation provides at least a simple separation between the AC side and the DC side:
This insulation is provided by separate windings of a transformer or relies on the insulation provided by the converter. In this last case, the manufacturer's instructions shall state that the converter provides at least simple separation between the AC side and the DC side.

A dedicated earthing system and related protective measures shall be implemented on the DC part, but no supplementary measure is required on the AC side to protect against line to earth fault on the DC side.

- the installation does not provide a separation between the AC side and the DC side:

An RCD shall protect the AC side against line to earth fault on the DC side.

The RCD shall be of type B in accordance with IEC 62423 for residual current operated circuit-breakers or with IEC 60947-2:2016, Annex B for circuit-breakers incorporating residual current protection or Annex M for modular residual current devices and IEC 60947-2:2016/AMD1:2019, Annex B or Annex M.

In case of line to earth fault on the DC side, two possibilities occur:

- the DC part is designed to operate in an IT system, and adequate protective measures are implemented (see IEC 60364-4-41:2005, 411.6 and IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 411.6);
- the DC part is not designed to operate in an IT system, and all local supplies supplying this DC part shall be disconnected.

Without separation between the AC side and DC side, DC currents from the DC side will have an impact on the AC side (saturation of transformers, corrosion, earthing issues, EMC, selectivity from AC to DC faults and vice versa, RCD functioning on AC side, etc.) and vice versa.

82.8.3 Protection against thermal effect

The requirements of IEC 60364-4-42 apply to PEIs.

To protect against fire in case of a fault within the installation, any fault current as a result of a short circuit shall be cleared within 5 s, except for fault currents as a result of a first earth fault in an IT installation.

In most cases this is done by the overcurrent protection device. The overcurrent protection does not protect against fire in a PEI that can operate with local power supplies based on an electronic power converter with limited capability to provide fault current. Complementary measures shall be provided.

NOTE Examples of solutions are undervoltage relays, or a combination of undervoltage relays and overcurrent protections.

As a PEI can include batteries, fire prevention regarding this type of equipment shall be taken into consideration (see IEC 60364-5-57).

82.8.4 Protection against overcurrent

82.8.4.1 Magnitude of overcurrent

Overload and short circuit currents shall be determined at every point of the PEI where a protective device shall be installed:

- for all possible configurations of each type of PEI; and

- for situations corresponding to the minimum and maximum current magnitudes.

To comply with the requirements of IEC 60364-4-43 in all circumstances, the following shall be taken into consideration:

- the operating mode affects the overcurrent's magnitude and direction. For an islandable PEI, the short-circuit current will have a different magnitude and possibly direction when the PEI is connected or intentionally in island mode. The short circuit can be fed by each source. The solar photovoltaic cells are considered to be current mode power sources with the short-circuit current close to the maximum current in normal operation; therefore, detection of a short circuit powered only by such a local source can be difficult using only overcurrent protective devices and shall require complementary means.
- in the case where a system of batteries is connected in parallel with the solar photovoltaic system, the short-circuit current can be higher.

The selection of overcurrent protective devices shall consider:

- the maximum short-circuit level (typically connected mode) for the selection of breaking capacity; and
- the minimum short-circuit level (typically island mode) for the setting of the tripping characteristics of the short-circuit protective device in each mode intended to be used.

82.8.4.2 Location of overcurrent protective devices

According to IEC 60364-5-53:2019, 533.4.1, devices required by IEC 60364-4-43 for either overload or short-circuit protection or both shall be installed at the origin of each circuit, unless the exceptions of either IEC 60364-5-53:2019, 533.4.2 for overload protection or IEC 60364-5-53:2019, 533.4.3 for short-circuit protection or both are applied.

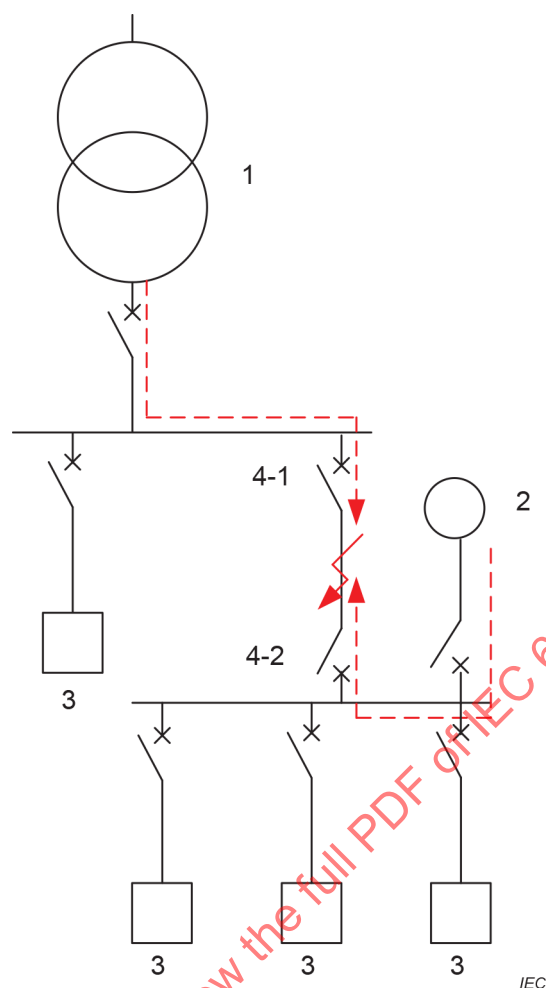
In a PEI, the origin of a circuit interconnecting two or more sources (local sources and/or DSO) able to deliver a short-circuit current will depend on the operating mode.

Such a circuit shall be protected against overload and short circuit as follows:

- the device protecting the conductor against overload can be connected within the run of the circuit according to IEC 60364-5-53:2019, 533.4.2.2;
- a device protecting the conductor against short circuit shall be placed at each extremity of the circuit.

Overcurrent protection threshold and operating time of each protective device shall be determined according to the prospective short-circuit current supplied by the source(s) located on the same extremity of the circuit (see Figure 13). Both devices shall be able to make and break the maximum short-circuit current of the two possible supplies. Both devices shall operate to clear a fault within a specified disconnection time.

NOTE Some overcurrent protective device with identified line and load terminals such as a polarized circuit breaker are not suitable for such applications.

**Key**

- 1 Distribution network
- 2 Local power supply
- 3 Load
- 4-1 Overcurrent protection device (OCPD 1)
- 4-2 Overcurrent protection device (OCPD 2)

Figure 13 – Example of double short-circuit protection for the same circuit

It is recommended to connect local power supplies and local storage units directly to the main distribution board to avoid circuits potentially supplied by both sides.

82.8.4.3 Combined short circuit protection

In case combined short circuit protection is used in the electrical installation in accordance with IEC 60364-5-53:2019, 535.5, coordination between two or more short-circuit protective devices shall consider all possible configurations of power supplies. This requires that the installation designer considers all possible short-circuit currents through all short-circuit protective devices and verifies if coordination between two or more short-circuit protective devices is efficient where needed.

NOTE In some configurations, the short-circuit current through coordinated protective devices cannot be the same.

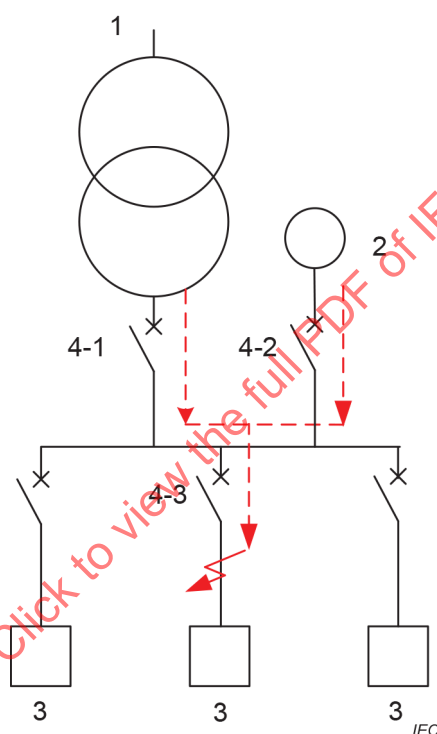
As a consequence of the above, combined short circuit protection shall be considered according to all possible fault current magnitudes depending on:

- location of fault;
- various possible combinations of power supplies connected to the PEI; and
- various operating modes.

82.8.4.4 Selectivity between current protective devices

Selectivity between current protective devices is described in IEC 60364-5-53:2019, Clause 535.

When applying selectivity requirements, the characteristics of different local PEI power sources and modes of connection shall be considered (see Figure 14).



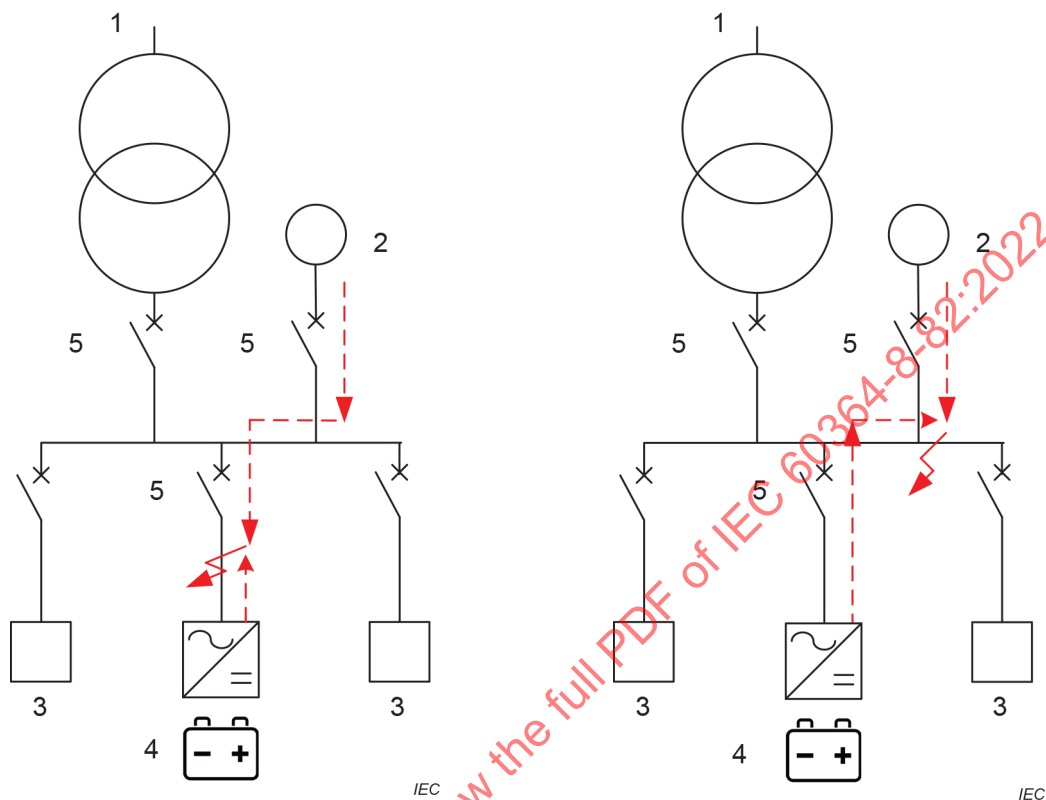
Key

- 1 Distribution network
- 2 Local power supply
- 3 Loads
- 4-1 Overcurrent protection device (OCPD 1)
- 4-2 Overcurrent protection device (OCPD 2)
- 4-3 Overcurrent protection device (OCPD 3)

Figure 14 – Example of selectivity with various power supplies

In the example illustrated by Figure 14, selectivity is usually proposed between OCPD 1 and OCPD 3 in the case of normal supply from the DSO transformer. OCPD 2 is considered at the same level of selectivity as OCPD 1. In island mode, power supplies are local. In this case, selectivity should be provided between OCPD 2 and OCPD 3.

A PEI can operate with local power supplies based on an electronic power converter with fault current close to load current. In this case, selectivity cannot be achieved only with overcurrent protective devices (see example in Figure 15). Complementary measures such as undervoltage protection, directional protections, overcurrent protection combined with undervoltage protection, load management, could be used.



Key

- 1 Distribution network
- 2 Power supply based on electronic power converter
- 3 Loads
- 4 Storage unit
- 5 Overcurrent protection device (OCPD)

Figure 15 – Potential selectivity issue with overcurrent protections

As a consequence of the above, selectivity shall be considered according to all possible fault current magnitudes depending on:

- location of fault;
- various possible combinations of power supplies connected to the PEI; and
- various operating modes.

82.8.5 Protection against transient overvoltages

Transients overvoltages in a PEI can occur more frequently than in a usual installation (e.g. due to the switching between sources, load shedding, load shifting). Consideration shall be given to the installation of surge protective devices to protect the installation and equipment against these transient overvoltages

Further requirements and recommendations are under consideration.

82.9 Isolation and switching

82.9.1 Isolation

A PEI has several sources (except for stand-alone which could have only one). Each source shall have a mean of isolation for all live conductors according to IEC 60364-5-53:2019, Clause 536.

Measures shall be implemented to provide complete isolation of all the live conductors of the sources when maintenance on the installation is needed.

A durable warning notice shall be permanently fixed in the vicinity of the devices to be used for isolation; the position of this notice should be prominent so that any person seeking to operate an isolating device will be warned of the need to operate all such devices to achieve the required safe isolation of the installation. Alternatively, one unique command shall isolate all energy sources by causing the operation of all suitable isolation devices. (see IEC 60364-5-53:2019, 536.2.1.3).

82.9.2 Emergency switching-off

When emergency switching-off is required for the PEI, it shall disconnect all the live conductors of all the supplies according to IEC 60364-5-53:2019, 536.4.

82.10 Load and source management

82.10.1 Energy storage

Consideration shall be given to the inrush current and other capabilities of local power storage in the design of the system especially in the island mode.

When electrical energy storage systems (EES) are used in parallel with rotating generators in island mode, voltage and frequency regulators of each source shall be compatible to ensure the stability of the PEI.

82.10.2 Design for flexibility of load and generators (demand/response)

The electrical installation should be designed for the operability of load shedding.

The source management should use equipment such as transfer switches, motorized circuit breakers or motorized load break switches (IEC 60947-2, IEC 60947-3, IEC 60947-6-1) or, for applications limited to household or similar, an SSE.

NOTE IEC 62991 (source switching equipment – SSE) is under development.

82.10.3 Electric vehicle

The electric vehicle (EV) represents a particular case of load and local storage unit in the sense that it is not permanently connected to the PEI through an EV charge point.

The requirements of IEC 60364-7-722 apply to circuits intended to supply energy to electric vehicles.

When feeding back electricity from an EV to a PEI, the EV shall be considered as a source of the PEI. Any requirement for sources of PEIs described in this document shall apply, the connection/disconnection to/from the PEI (see 82.6.3 and 82.9.1) being at the EV supply equipment (EVSE) level.

The EEMS and EV shall communicate to ensure proper functioning as defined in 82.7.

Annex A (informative)

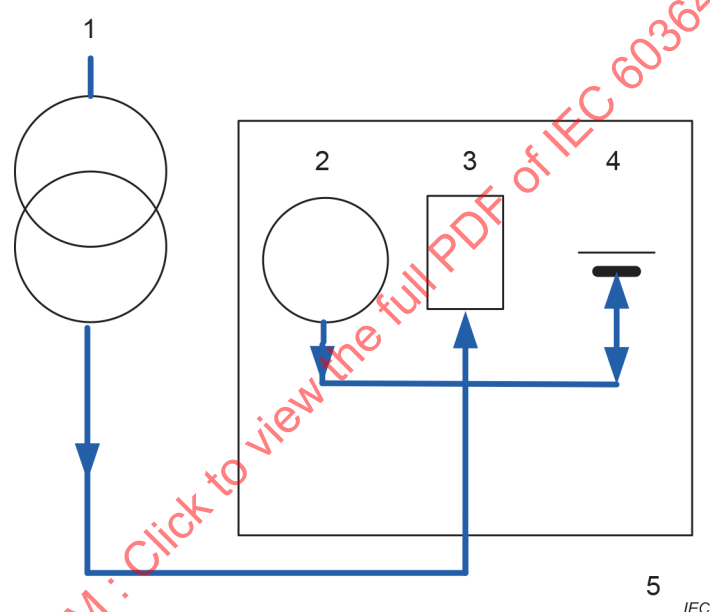
Operating modes of PEI

A.1 Direct feeding mode

In this mode, the PEI is supplied from the distribution network. The PEI acts as a consumer. See Figure A.1.

Current-using equipment inside the PEI is supplied either from the distribution network or from the local power supplies or both or from local energy storage unit(s), if any.

Local energy storage units are either charged from the distribution network or from the local power supply or both or supplying the local current-using equipment.



Key

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 3 Loads
- 4 Storage units
- 5 Consumer

Figure A.1 – Example of electrical design of PEI operating in direct feeding mode

A.2 Island mode

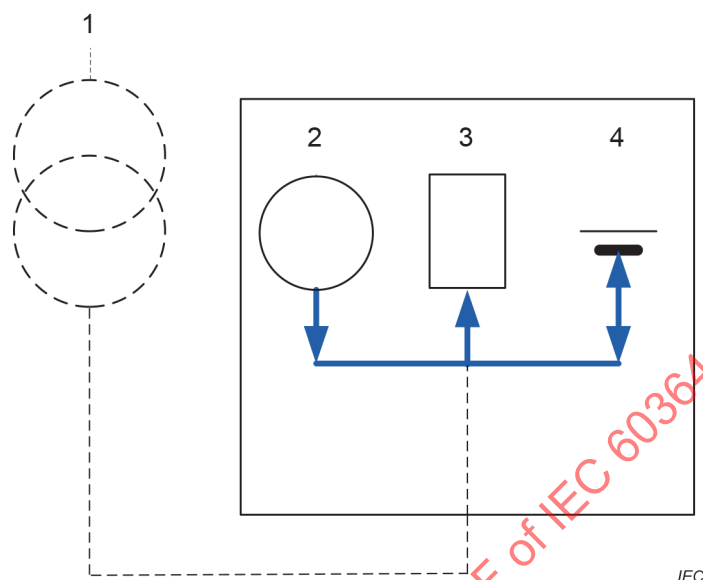
In this mode, the PEI is disconnected from the distribution network. See Figure A.2.

Current-using equipment inside the PEI is supplied either from the local power supplies or from local energy storage unit(s) if any, or both.

Local energy storage units are charged from the local power supply or supplying the local current-using equipment.

The PEI should be able to regulate power supplies such that power generated locally can be either consumed or stored.

Load shedding is recommended if this operating mode is economically worthwhile, and consequently should remain in place for as long as is necessary.



Key

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 3 Loads
- 4 Storage units

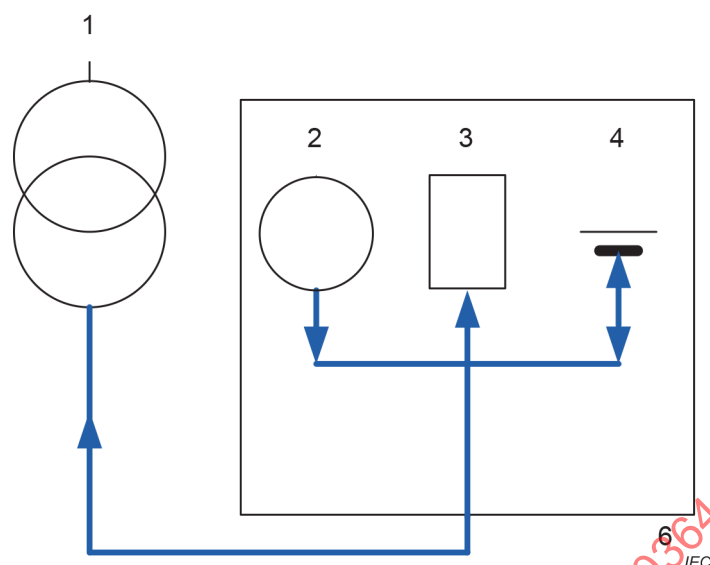
Figure A.2 – Example of electrical design of PEI operating in island mode

A.3 Reverse feeding mode

In this mode, the PEI supplies the distribution network. The PEI acts as a producer. See Figure A.3.

Current-using equipment inside the PEI is supplied either from the local power supplies or from local energy storage unit(s), if any, or both.

Local energy storage units are charged from the local power supply or supplying the local current-using equipment or the public network.

**Key**

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 3 Loads
- 4 Storage units
- 5 Vacant
- 6 Producer

Figure A.3 – Example of electrical design of individual PEI operating in reverse feeding mode

Annex B (informative)

Interaction with the supply system

B.1 General

The PEI can contribute to the stability of the distribution network, especially with regards to voltage and frequency. These contributions are defined on a regional, national or provincial basis, either through regulations or agreement between the PEI and DSO. This requires dynamic exchanges of information between the PEI and DSO.

B.2 Active power and frequency control

Depending on regional, national, provincial regulations or DSO requirements, the PEI connected to the distribution network with a capacity above a certain level shall have active power control capability.

The PEI should be able to adjust its active power output in response to frequency change ensuring the stable operation of the distribution network (see IEC TS 62786:2017, 4.6).

B.3 Reactive power and voltage control

Depending on regional, national or provincial regulations or DSO requirements, the PEI connected to the distribution network with a capacity above a certain level should have reactive power capability and maintain the power factor.

The PEI should be able to adjust reactive power output within its reactive power capability range and participate in steady state voltage regulation (see IEC TS 62786:2017, 4.7).

B.4 Load shedding programme

The electrical energy management system (EEMS) of a PEI should control the local loads and the local generation of energy. In response to the public network needs through, for instance, communication facilities, the local PEI can shed some local loads.

In accordance with the contract agreed between the DSO and the prosumer, the EEMS of the PEI can adapt the consumption of energy from the public network and/or the generation of local energy according to the request from the DSO in the contract (see IEC TS 62786:2017, 4.11).

Annex C (informative)

Architectures of PEI

C.1 General

Different architectures of PEIs can apply: individual, collective or shared.

For collective and shared PEIs, the distribution network between the different components can either be:

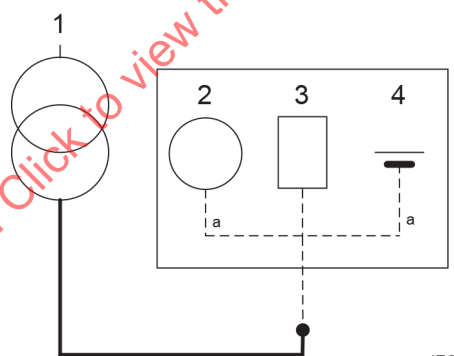
- the DSO distribution system; or
- a distribution system within the PEI; or
- a combination of DSO distribution system and distribution system within the PEI.

In each architecture, individual, collective or shared, a measurement device should be implemented.

C.2 Architecture of individual PEI

An individual PEI is characterized by one electrical installation which consumes and produces electrical energy, and with a management system for its operation.

An example of individual PEI is provided in Figure C.1.



IEC

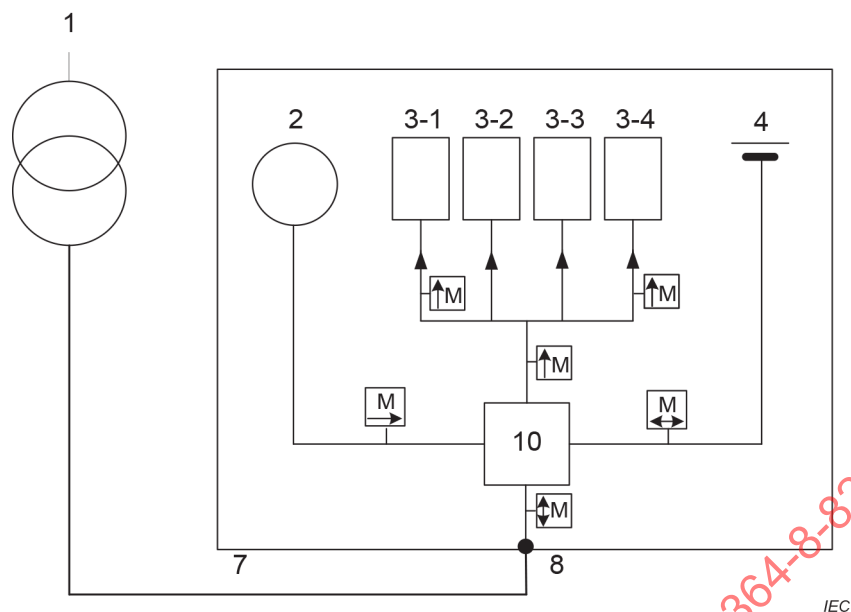
Key

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 3 Loads
- 4 Storage units

^a Local power supply or storage unit shall at least be present for the installation to be a PEI.

Figure C.1 – Example of electrical design of individual PEI

An example of architecture of an individual PEI is given in Figure C.2.



Key

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 3-1 Load 1
- 3-2 Load 2
- 3-3 Load 3
- 3-4 Load 4
- 4 Storage units
- 7 PEI
- 8 Point of connection (POC)
- 10 Electrical energy management system (EEMS)
- M Measuring equipment (e.g. energy meter, PMD)
- ↔ Direction of energy flow

Figure C.2 – Example of type of architecture of individual PEI

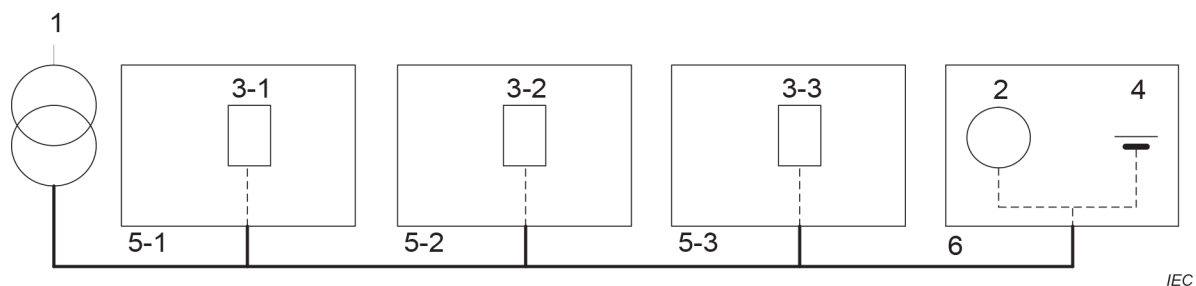
C.3 Architecture of collective PEI

The different power supplies can supply all involved prosumers through either a distribution system within the PEI or the DSO distribution system if agreed by the DSO.

A group of prosumers (e.g. a group of single private houses, flats in a building, shops in a mall) can cooperate and coordinate their resources to erect common electrical power supplies such as in the example provided in Figure C.3.

NOTE Such possibility depends on national or provincial regulations.

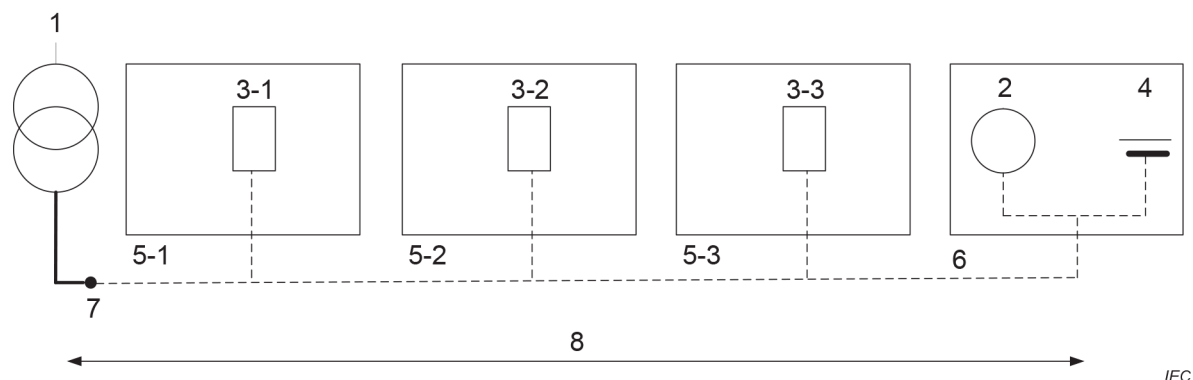
In this case, all private electrical installations are considered as consumers. Only one separate unit producing electrical energy is managed for the community of consumers.

**Key**

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 3-1 Load 1
- 3-2 Load 2
- 3-3 Load 3
- 4 Storage units
- 5-1 Consumer 1
- 5-2 Consumer 2
- 5-3 Consumer 3
- 6 Producer

Figure C.3 – Example of electrical design of collective PEI using DSO distribution system

In the case where the connection between all involved prosumers is using a distribution system within the PEI and not the DSO one, then the aggregation of all prosumers installations corresponds to one single PEI seen by the DSO (see Figure C.4).

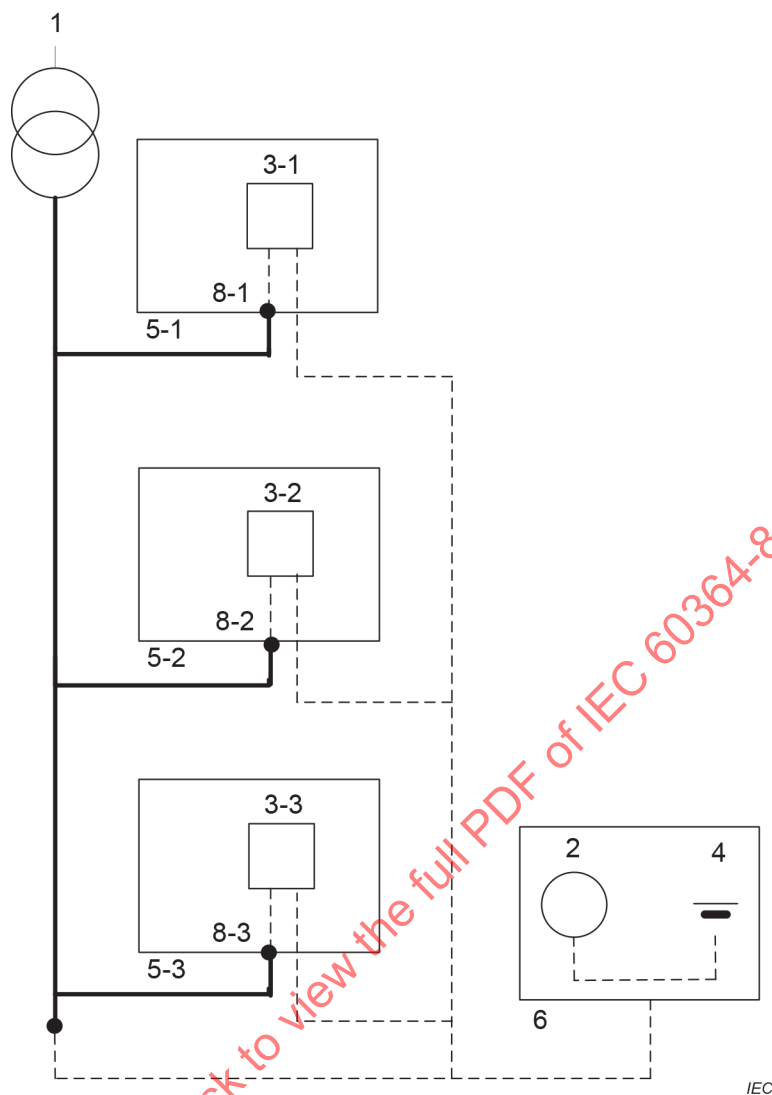


Key

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 3-1 Load 1
- 3-2 Load 2
- 3-3 Load 3
- 4 Storage units
- 5-1 Consumer 1
- 5-2 Consumer 2
- 5-3 Consumer 3
- 6 Producer
- 7 Point of connection (POC)
- 8 Distribution system within PEI

Figure C.4 – Example of electrical design of collective PEI using a distribution system within PEI

In the other case where the connection between all involved consumers is using the public distribution network in combination with a distribution system within the PEI, the origin of the PEI for each consumer corresponds to the incoming service of each individual prosumer (see Figure C.5).

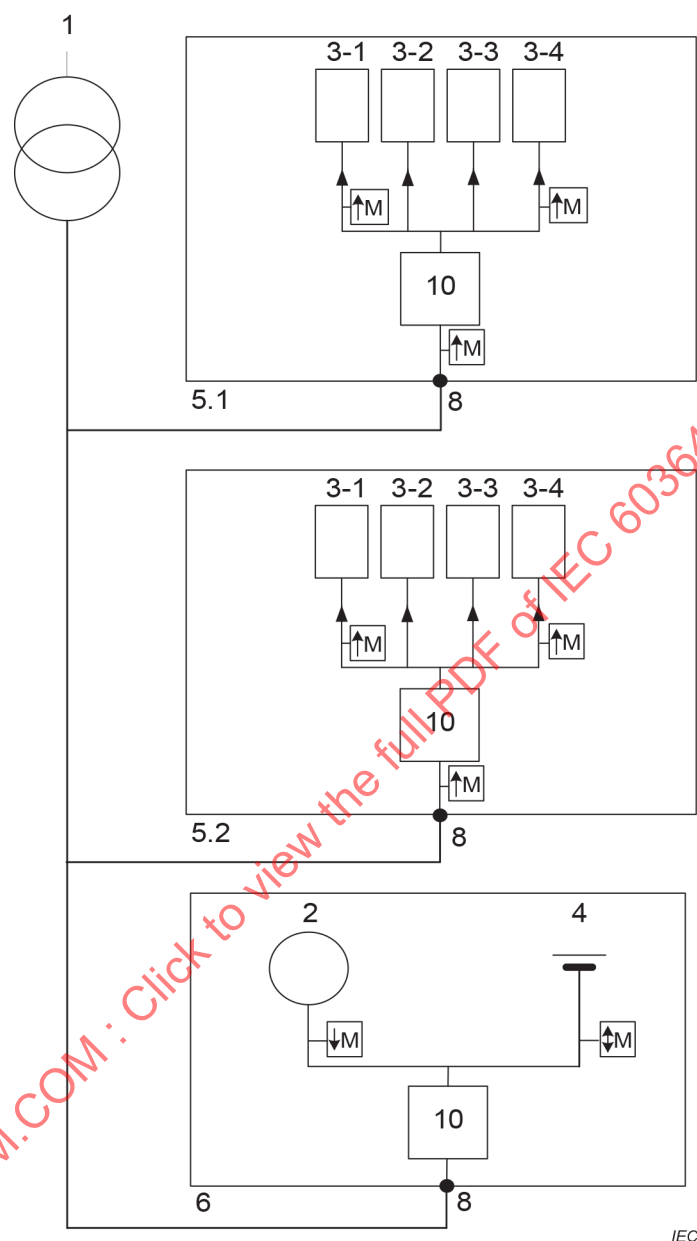
**Key**

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 3-1 Load 1
- 3-2 Load 2
- 3-3 Load 3
- 4 Storage units
- 5-1 Consumer 1
- 5-2 Consumer 2
- 5-3 Consumer 3
- 6 Producer
- 8-1 Point of connection (POC) 1
- 8-2 Point of connection (POC) 2
- 8-3 Point of connection (POC) 3

Figure C.5 – Example of electrical design of collective PEI with distribution system within PEI in parallel with DSO distribution system

For the collective PEI, each electrical installation is considered as a consumer unit, while a common set of local production is considered as a producer unit. Consumer and producer shall be considered as separate.

In a collective PEI configuration, measurement devices shall be placed at each point where measuring flow of energy is required, depending on the arrangement between the prosumers associated in the collective PEI, and the contract with the DSO. See example in Figure C.6.



Key

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 3-1 Load 1
- 3-2 Load 2
- 3-3 Load 3
- 3-4 Load 4
- 4 Storage units
- 5-1 Consumer 1
- 5-2 Consumer 2
- 6 Producer
- 8 Point of connection (POC)
- 10 Electrical energy management system (EEMS)
- M Measuring equipment (e.g. energy meter, PMD)
- ↔ Direction of energy flow

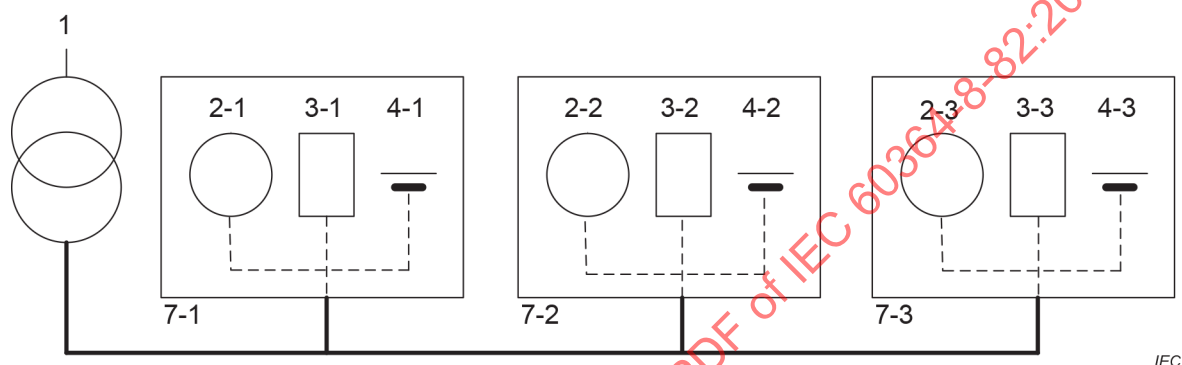
Figure C.6 – Example of type of architecture for collective PEI

C.4 Architecture of shared PEI

The different power supplies can supply all involved prosumers through a distribution system within the PEI or through the DSO distribution system if agreed by the DSO.

Individual premises, such as a residential estate or business park can group their interests in accepting to share their supply with their neighbours from their own local production. Each building owner can have private renewable energy power sources installed, which can either supply the private electrical installation or supply the group of private electrical installations contributing to the energy community. Such a system is named shared PEI. Examples of shared PEI are provided in Figure C.7 and in Figure C.8.

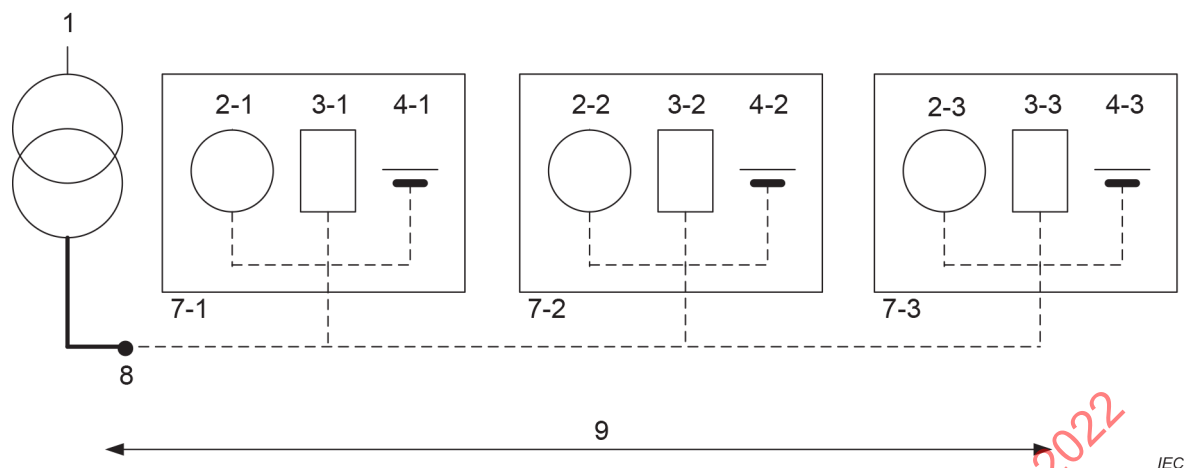
NOTE Such possibility depends on national or provincial regulations.



Key

- 1 Distribution network
- 2-1 Power supply 1
- 2-2 Power supply 2
- 2-3 Power supply 3
- 3-1 Load 1
- 3-2 Load 2
- 3-3 Load 3
- 4-1 Storage unit 1
- 4-2 Storage unit 2
- 4-3 Storage unit 3
- 7-1 Prosumer 1
- 7-2 Prosumer 2
- 7-3 Prosumer 3

Figure C.7 – Example of electrical design of shared PEI using DSO distribution system

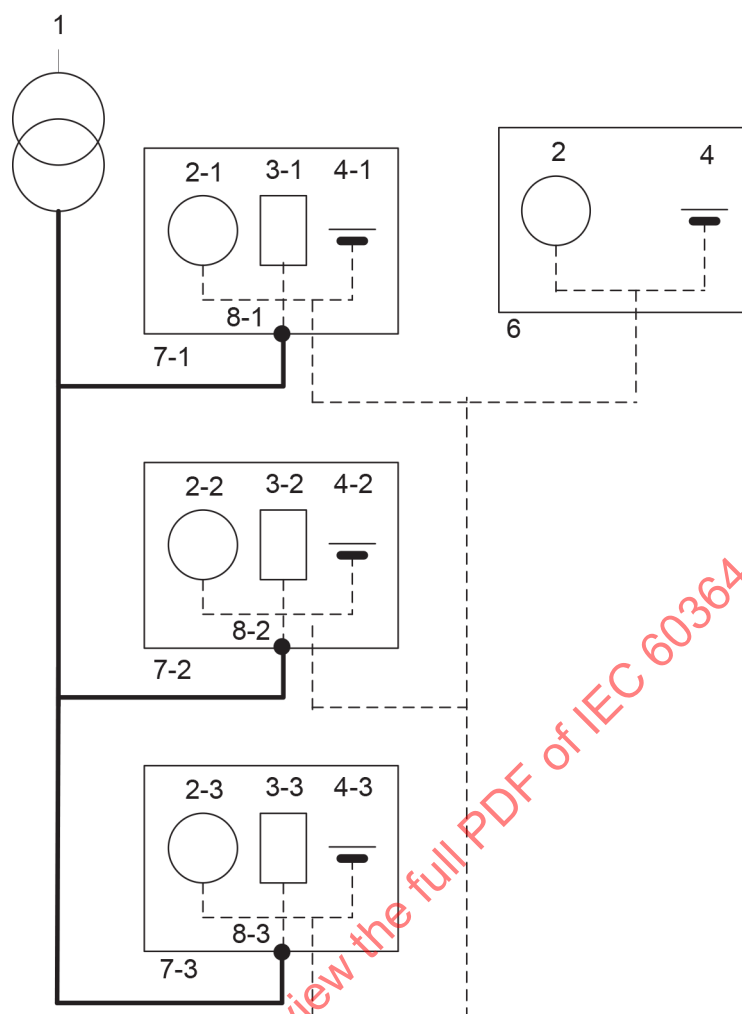


Key

- 1 Distribution network
- 2-1 Power supply 1
- 2-2 Power supply 2
- 2-3 Power supply 3
- 3-1 Load 1
- 3-2 Load 2
- 3-3 Load 3
- 4-1 Storage unit 1
- 4-2 Storage unit 2
- 4-3 Storage unit 3
- 7-1 Prosumer 1
- 7-2 Prosumer 2
- 7-3 Prosumer 3
- 8 Point of connection (POC) of shared PEI
- 9 Shared electrical installation within PEI

Figure C.8 – Example of electrical design of shared PEI with distribution system within PEI

In the other case where the connection between all involved prosumers is using the DSO distribution system in combination with the distribution system within the PEI, the POC of the PEI for each prosumer corresponds to the entrance of each individual prosumer (see Figure C.9).



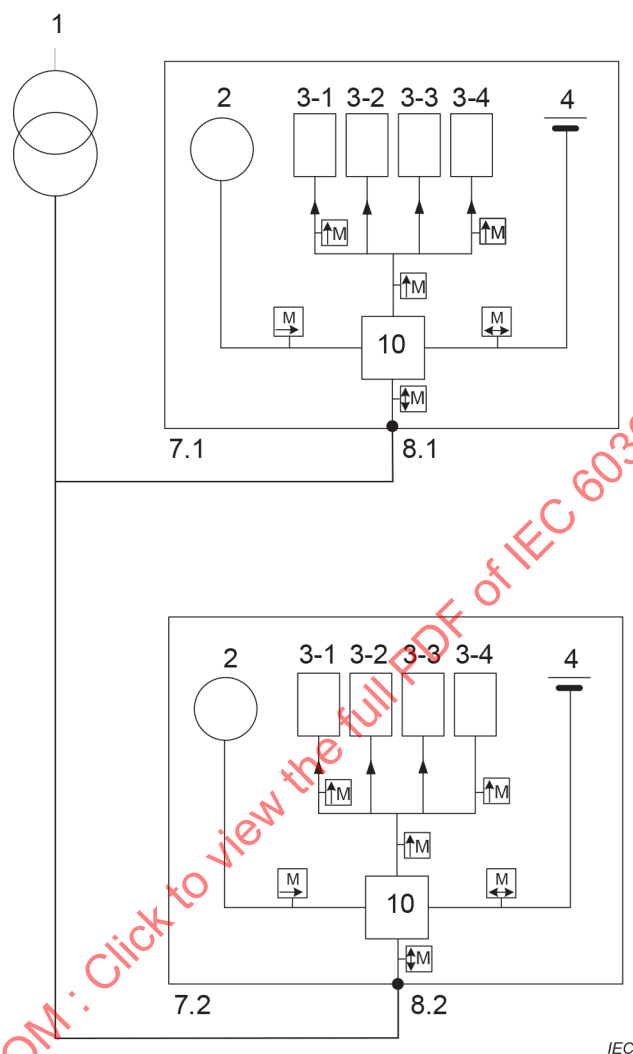
IEC

Key

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 2-1 Power supply 1
- 2-2 Power supply 2
- 2-3 Power supply 3
- 3-1 Load 1
- 3-2 Load 2
- 3-3 Load 3
- 4 Storage units
- 4-1 Storage unit 1
- 4-2 Storage unit 2
- 4-3 Storage unit 3
- 6 Producer
- 7-1 Prosumer 1
- 7-2 Prosumer 2
- 7-3 Prosumer 3
- 8-1 Point of connection (POC) 1
- 8-2 Point of connection (POC) 2
- 8-3 Point of connection (POC) 3

Figure C.9 – Example of electrical design of shared PEI with distribution system within PEI in parallel with DSO distribution system

In a shared PEI configuration, measurement devices shall be placed at each point where measuring the flow of energy is required, depending on the arrangement between the prosumers associated in the shared PEI and the contract with the DSO. See example in Figure C.10.



Key

- 1 Distribution network
- 2 Power supplies
- 3-1 Load 1
- 3-2 Load 2
- 3-3 Load 3
- 3-4 Load 4
- 4 Storage units
- 7-1 Producer 1
- 7-2 Producer 2
- 8-1 Point of connection (POC) 1
- 8-2 Point of connection (POC) 2
- 10 Electrical energy management system (EEMS)
- M Measuring equipment (e.g. energy meter, PMD)
- ↔ Direction of energy flow

Figure C.10 – Example of type of architecture for shared PEI

Annex D (normative)

Single dwelling or similar application islandable PEI

D.1 General

This annex is dedicated to islandable PEIs in residential, single dwellings or similar applications. It applies to installations with one local electrical generating power source and potentially storage. For applications with several local electrical generating power sources, refer to the general part of this document.

Collective or shared PEIs between several apartments in a building are not in the scope of this annex.

Islandable PEIs for single dwellings or similar applications shall be designed for use by ordinary (BA1) persons (see IEC 60364-5-51).

D.2 Type of system earthing

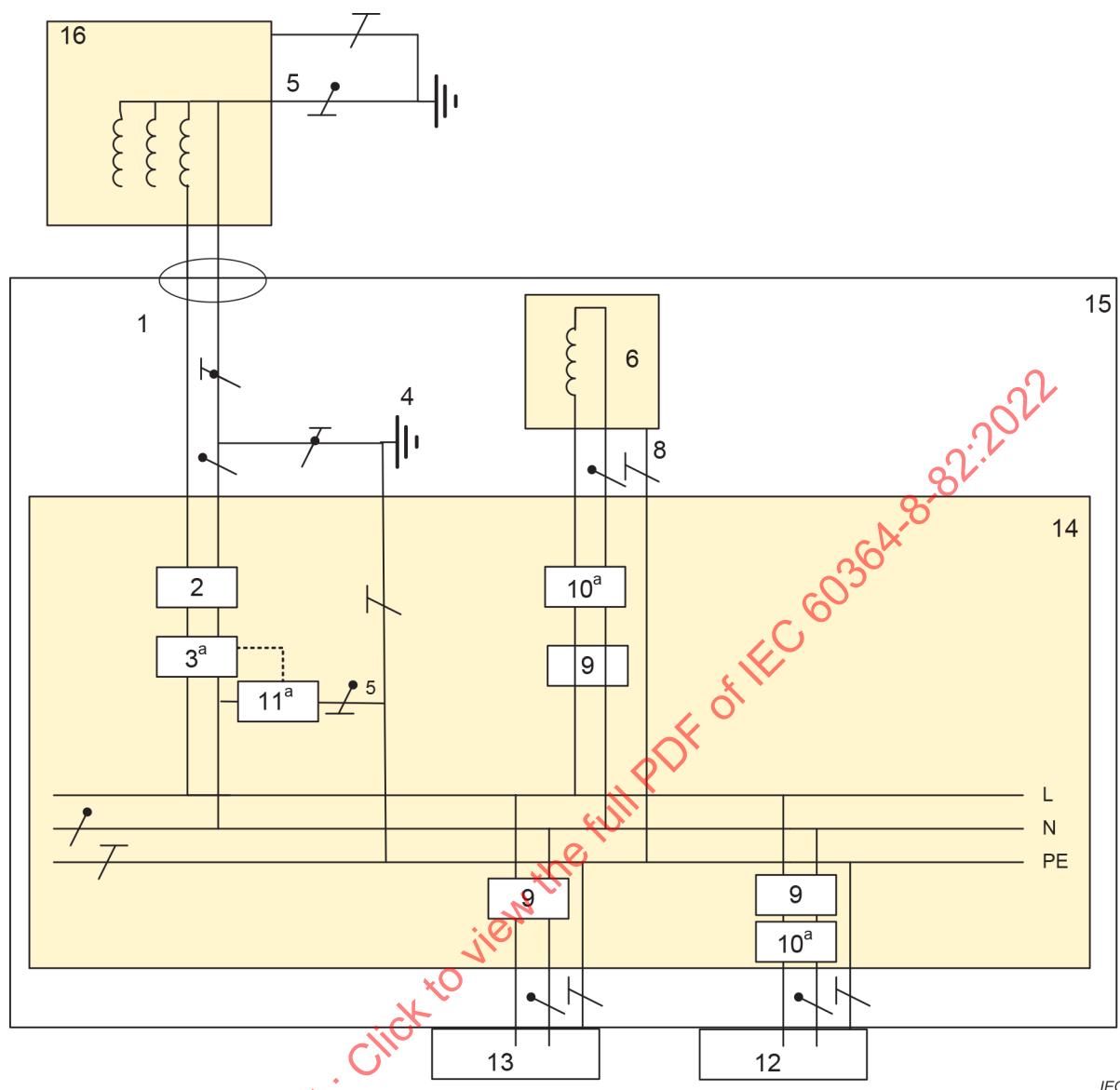
In connected mode, the type of system earthing is the one defined by the DSO.

In island mode, the type of system earthing shall be TN.

There shall be a local earthing electrode.

Examples of single dwelling islandable PEI architecture are provided:

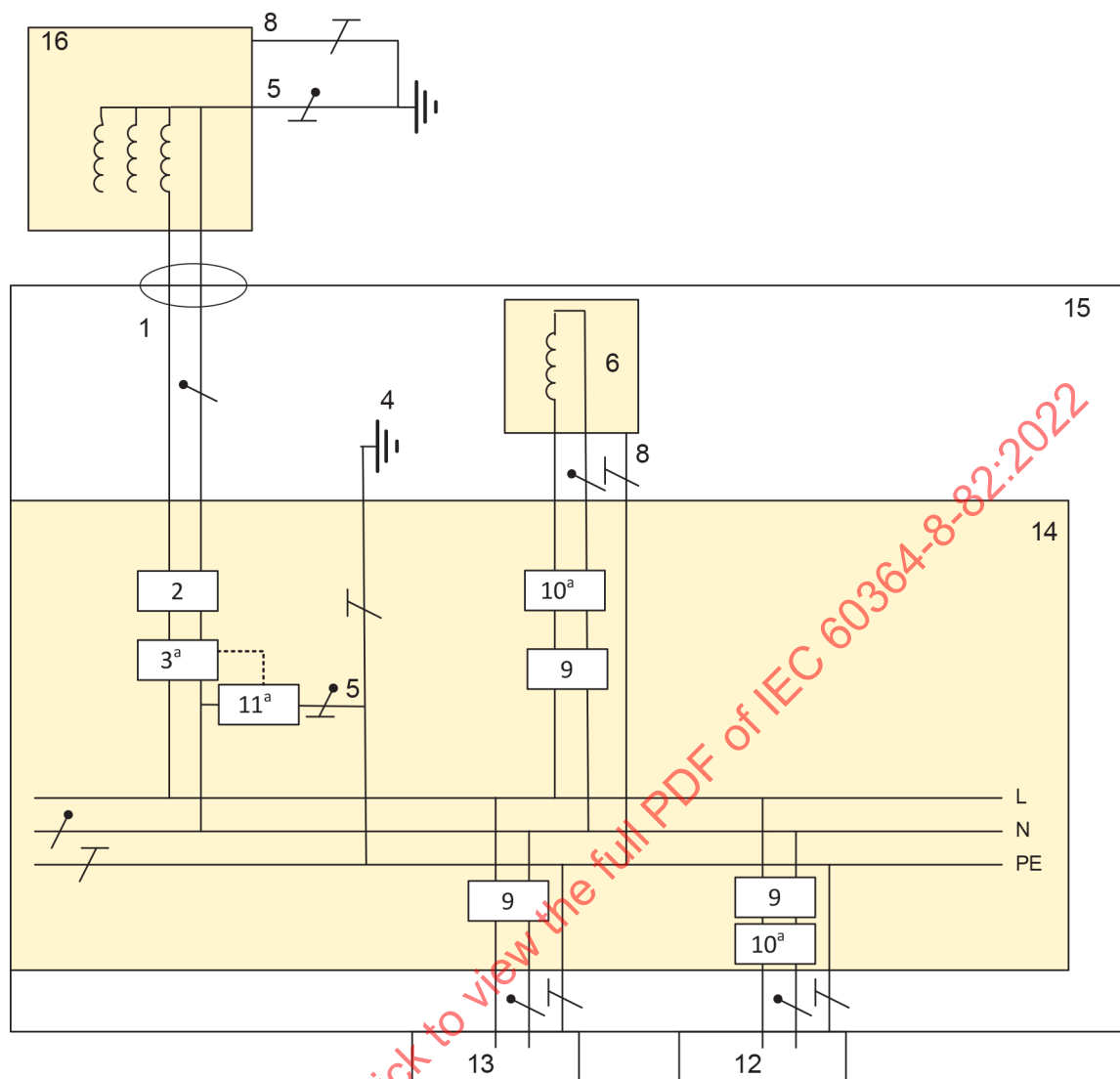
- in Figure D.1 and Figure D.2 for single phase installations,
- in Figure 5 and Figure 7 for three phase installations.



Key

- 1 Point of connection with DSO (POC)
 - 2 Main overcurrent protective device OCPD)
 - 3 Switching device for islanding (SDFI) interlocked with 11
 - 4 Local earthing electrode
 - 5 System referencing conductor
 - 6 Local source (rotating generator or grid forming converter)
 - 7 Vacant
 - 8 Protective conductor for exposed conductive part of local source
 - 9 Overcurrent protective device suitable for insulation
 - 10 Switching device
 - 11 System referencing conductor switching device interlocked with SDFI
 - 12 Sheddable loads
 - 13 Non sheddable loads
 - 14 Main distribution board
 - 15 PEI
 - 16 DSO HV/LV transformer
- ^a These devices are controlled by the EEMS.

Figure D.1 – Example of single dwelling islandable PEI architecture in TN in connected mode and in island mode (with disconnection of the neutral – TN-S)



IEC

Key

- | | |
|----|---|
| 1 | Point of connection with DSO (POC) |
| 2 | Main overcurrent protective device (OCPD) |
| 3 | Switching device for islanding (SDFI) interlocked with 11 |
| 4 | Local earthing electrode |
| 5 | System referencing conductor |
| 6 | Local source (rotating generator or grid forming converter) |
| 7 | Vacant |
| 8 | Protective conductor for exposed conductive part of local source |
| 9 | Overcurrent protective device suitable for insulation |
| 10 | Switching device |
| 11 | System referencing conductor switching device interlocked with SDFI |
| 12 | Sheddable loads |
| 13 | Non sheddable loads |
| 14 | Main distribution board |
| 15 | PEI |
| 16 | DSO HV/LV transformer |
| a | These devices are controlled by the EEMS. |

Figure D.2 – Example of single dwelling islandable PEI architecture in TT in connected mode becoming TN in island mode

D.3 Connection of the local source

The local power source shall be connected at the point of connection of the DSO network in the local distribution board.

D.4 Fire switching-off

For certain cases, it is required to disconnect all sources, for example in case of fire. In such a situation, a dedicated switching-off device should be used.

The switching-off shall open the switching device for islanding and the switch of the local electrical generating power source (with storage if any).

The switching-off device should be easily accessible, for example close to the entrance of the building or close to the power source for an individual PEI.

The disconnection of the main circuit breaker could be used as fire switching-off if it also disconnects all the other local sources.

D.5 Switching device for islanding and system referencing conductor switching device

The main overcurrent protective device shall not be used as SDFI in a single dwelling or similar islandable PEI.

Provision shall be made to prevent the inadvertent and/or unauthorized:

- closing of the SDFI,
- opening of the system referencing conductor switching device if any,
- closing of the switching device of the local source.

These devices (SDFI, system referencing conductor switching device, switching device of the local source) should be for example located in a cabinet locked with a key or tool.

The EEMS shall operate these switching devices in the relevant sequences depending on the operating modes.

The EEMS shall provide locally the information that the electrical installation is running in island mode, for example through visual indication, dedicated display. Additionally, EEMS should provide a remote notification, e.g. to a smart phone.

D.6 Labelling

It shall be explicitly labelled that the opening of the main circuit breaker does not prevent voltage presence, and that it is necessary to open the switch of the local source powering the distribution board before any work is carried out on the electrical installation.

The following label (see Figure D.3) should be used, placed on each point of access to the live parts of the distribution board.

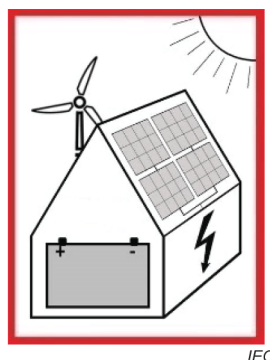


Figure D.3 – Example of label

D.7 Upgrading an existing single dwelling installation in islandable PEI

In most countries, the number of new households erected per year is only a small part of the global number of existing houses. Islandable PEIs are not dedicated to new houses. There are also many electrical single dwelling installations that can be upgraded to islandable PEIs, not changing the loads but adding a local power source.

It shall be confirmed that the existing installation is capable of operating safely with the additional local source and potentially storage (checking the conductor current capacity, the protective measures for automatic disconnection of the supply, the presence of the earthing electrode).

As for all PEIs (not specific to single dwellings), the local source is limited in terms of generated power, and the limit could be lower than the global need of the installation.

Priority loads to be maintained in island mode shall be chosen, and the electrical installation shall be redesigned to allow these loads to be supplied by the local source in island mode.

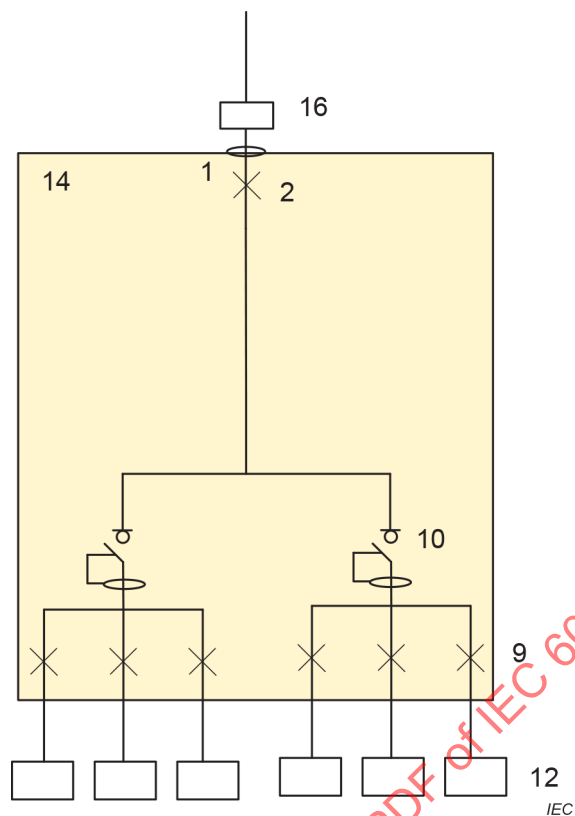
These modifications introduce at least supplementary switches for sheddable loads operated by an EEMS.

It is recommended not to change the existing electrical installation, keeping the existing protection system in connected mode, and just insert the required equipment for the connection of local source at the point of connection of the DSO network in the local distribution board.

It shall be noted that in island mode, maintaining some part of the installation alive in case of fault could be difficult, as it is possible that selectivity cannot be ensured.

NOTE An emergency lighting system with batteries could be used to guarantee the lighting in dedicated areas.

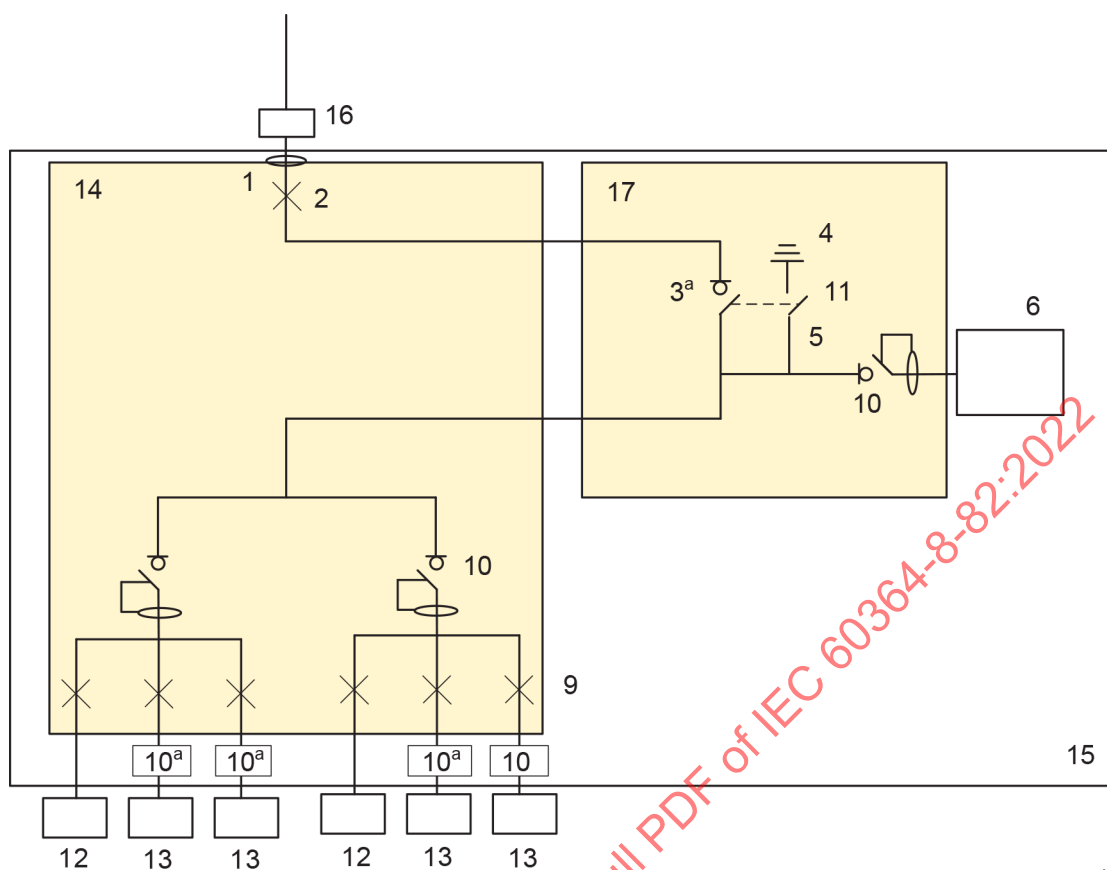
The following Figure D.4 and Figure D.5 illustrate how an existing household installation can be safely upgraded to a PEI (TT installation in connected mode becoming a TN installation in island mode).



Key

- 1 Point of connection with DSO (POC)
- 2 Main overcurrent protective device (OCPD)
- 3 Vacant
- 4 Vacant
- 5 Vacant
- 6 Vacant
- 7 Vacant
- 8 Vacant
- 9 Overcurrent protective device suitable for insulation
- 10 Switching device
- 11 Vacant
- 12 Loads
- 13 Vacant
- 14 Main distribution board
- 15 Vacant
- 16 Meter

Figure D.4 – Example of single dwelling electrical installation before being upgraded to islandable PEI



IEC

Key

- 1 Point of connection with DSO (POC)
- 2 Main overcurrent protective device (OCPD)
- 3 Switching device for islanding (SDFI) interlocked with 11
- 4 Local earthing electrode
- 5 System referencing conductor
- 6 Local source (rotating generator or grid forming converter)
- 7 Vacant
- 8 Vacant
- 9 Overcurrent protective device suitable for insulation
- 10^a Switching device
- 11 System referencing conductor switching device interlocked with SDFI
- 12 Non-sheddable loads
- 13 Sheddable loads
- 14 Main distribution board
- 15 PEI
- 16 Meter
- 17 Distribution board
- ^a These devices are controlled by the EEMS

Figure D.5 – Example of single dwelling electrical installation upgraded to islandable PEI

D.8 Initial verification

In a TT type of system earthing in connected mode, ensure that the conductor selected to be locally earthed in island mode is the neutral conductor (for example by measuring the voltage between that conductor and the earth in connected mode).

The connection of the system referencing conductor switching device to the local earthing electrode shall be checked when erected in accordance with IEC 60364-6.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-82:2022

Annex E

(informative)

List of notes concerning certain countries

Country	Clause N°	Text
DE	82.1	Regulation (EU) 2016/631 must be applied for the supply of electrical energy from local generation to the public network. This regulation does not apply to installations that are operated independently of a public network. In Germany Regulation (EU) 2016/631 is implemented by VDE-AR-N 4105 "Generators connected to the low-voltage distribution network – Technical requirements for the connection to and parallel operation with low-voltage distribution networks" in connection with VDE-AR-N 4100 "Technical rules for the connection and operation of customer installations to the low voltage network (TAR low voltage)".
NO	82.6.3.3.1	In Norway, the type of electric system shall be maintained for all operational modes of the PEI.
AT	82.6.3.4.3	In Austria, interlocking of LV and MV SDFI is not required. There is only one SDFI either on the HV or the LV side which shall comply with connection/disconnection requirements from the DSO.
NO	82.8 and 82.9	In Norway, the requirements of 82.8 and 82.9 do not apply as the requirements of IEC 60364-1 to IEC 60364-7 (all parts) do apply.

Bibliography

IEC 60050-601, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-617, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 617: Organization/Market of electricity* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-692, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 692: Generation, transmission and distribution of electrical energy – Dependability and quality of service of electric power systems* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

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 60364-7-712, *Low-voltage electrical installations – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

IEC 60364-8-1:2019, *Low-voltage electrical installations – Part 8-1: Functional aspects – Energy efficiency*

IEC TS 60364-8-3, *Low-voltage electrical installation – Part 8-3: Functional aspects – Operation of prosumer's electrical installations*

IEC 60947-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

IEC 60947-6-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment*

IEC TS 62786:2017, *Distributed energy resources connection with the grid*

IEC 62898 (all parts), *Microgrids*

IEC TS 62898-3-1, *Microgrids – Part 3-1: Technical requirements: protection and dynamic control*

IEC 62933-1:2018, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 1: Vocabulary*

IEC 62991, *Particular requirements for source switching equipment (SSE)*¹

IEEE C37.2, *Standard Electrical Power System Device Function Numbers, Acronyms, and Contact Designations*

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC PRVC 62991:2022.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-82:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	75
INTRODUCTION.....	77
82.1 Domaine d'application.....	78
82.2 Références normatives	78
82.3 Termes et définitions	80
82.4 Intégration de la PEI dans son environnement	83
82.4.1 Objectifs principaux	83
82.4.2 Sécurité.....	83
82.4.3 Fonctionnement correct	83
82.5 Concept de PEI.....	84
82.6 Types de PEI	87
82.6.1 Généralités.....	87
82.6.2 Modes de fonctionnement.....	87
82.6.3 Interaction avec le réseau de distribution.....	88
82.7 Contrôle et surveillance	96
82.7.1 Généralités.....	96
82.7.2 Architecture du système de contrôle et de surveillance.....	97
82.8 Protection de l'installation électrique du prosumateur.....	97
82.8.1 Généralités.....	97
82.8.2 Protection contre les chocs électriques.....	98
82.8.3 Protection contre les effets thermiques.....	115
82.8.4 Protection contre les surintensités.....	116
82.8.5 Protection contre les surtensions transitoires.....	120
82.9 Sectionnement et coupure	120
82.9.1 Sectionnement	120
82.9.2 Coupure d'urgence.....	120
82.10 Gestion des charges et des sources	120
82.10.1 Stockage d'énergie.....	120
82.10.2 Conception pour une flexibilité de la charge et des générateurs (gestion de la demande)	120
82.10.3 Véhicule électrique.....	121
Annexe A (informative) Modes de fonctionnement d'une PEI.....	122
A.1 Mode d'alimentation directe	122
A.2 Mode réseau séparé.....	122
A.3 Mode d'alimentation inverse	123
Annexe B (informative) Interaction avec le système d'alimentation.....	125
B.1 Généralités.....	125
B.2 Contrôle de la puissance active et de la fréquence	125
B.3 Contrôle de la puissance réactive et de la tension	125
B.4 Programme de délestage.....	125
Annexe C (informative) Architectures de la PEI.....	126
C.1 Généralités.....	126
C.2 Architecture de PEI individuelle	126
C.3 Architecture de PEI collective	127
C.4 Architecture de PEI partagée.....	133

Annexe D (normative) PEI séparables pour logements individuels ou applications analogues	137
D.1 Généralités	137
D.2 Type de mise à la terre du réseau	137
D.3 Connexion de la source locale	140
D.4 Coupure en cas d'incendie	140
D.5 Appareil de connexion pour le passage en réseau séparé et appareil de connexion du conducteur de référence du système	140
D.6 Etiquetage	140
D.7 Mise à niveau d'une installation pour logements individuels existante en PEI séparable	141
D.8 Vérification initiale	144
Annexe E (informative) Liste des notes concernant certains pays	145
Bibliographie	146
Figure 1 – Exemple d'installation électrique à basse tension du prosommateur avec distribution électrique en courant alternatif dans la PEI	85
Figure 2 – Exemple d'installation électrique à basse tension du prosommateur avec distribution électrique en courant alternatif et en courant continu dans la PEI	86
Figure 3 – Exemple d'architecture d'une PEI connectée au réseau	89
Figure 4 – Exemple d'architecture d'une PEI séparable	91
Figure 5 – Exemple d'architecture d'une PEI connectée au DSO BT qui fonctionne en TN-C-S en mode connecté et devient TN-S en mode réseau séparé	101
Figure 6 – Exemple d'architecture d'une PEI connectée au DSO BT qui fonctionne en TNC-S en mode connecté et en mode réseau séparé	102
Figure 7 – Exemple d'architecture d'une PEI connectée au DSO BT avec déconnexion du neutre, qui fonctionne en TT en mode connecté et devient TN en mode réseau séparé	103
Figure 8 – Exemple d'installation de PEI avec mise à la terre du neutre côté transformateur HT/BT: TT en mode connecté, TN en mode réseau séparé (comme installation de mise à la terre unique dans l'installation)	105
Figure 9 – Exemple d'installation de PEI en TN-S avec neutre mis à la terre en permanence du côté PEI	107
Figure 10 – Exemple d'installation de PEI en TN-S avec neutre mis à la terre en permanence du côté PEI avec DDR sur le conducteur de référence du système	111
Figure 11 – Exemple de PEI dans un système IT en mode réseau séparé	113
Figure 12 – Exemple de PEI dans un système IT en mode réseau séparé avec déconnexion automatique de l'alimentation	114
Figure 13 – Exemple de double protection contre les courts-circuits pour le même circuit	117
Figure 14 – Exemple de sélectivité avec différentes alimentations électriques	118
Figure 15 – Problème de sélectivité possible avec des protections contre les surintensités	119
Figure A.1 – Exemple de conception électrique d'une PEI qui fonctionne en mode d'alimentation directe	122
Figure A.2 – Exemple de conception électrique d'une PEI qui fonctionne en mode réseau séparé	123
Figure A.3 – Exemple de conception électrique d'une PEI individuelle qui fonctionne en mode d'alimentation inverse	124
Figure C.1 – Exemple de conception électrique d'une PEI individuelle	126

Figure C.2 – Exemple de type d'architecture d'une PEI individuelle	127
Figure C.3 – Exemple de conception électrique d'une PEI collective qui utilise le réseau de distribution du DSO	128
Figure C.4 – Exemple de conception électrique d'une PEI collective avec réseau de distribution interne à la PEI	129
Figure C.5 – Exemple de conception électrique d'une PEI collective avec réseau de distribution interne à la PEI en parallèle avec le réseau de distribution du DSO	130
Figure C.6 – Exemple de type d'architecture d'une PEI collective	132
Figure C.7 – Exemple de conception électrique d'une PEI partagée qui utilise le réseau de distribution du DSO	133
Figure C.8 – Exemple de conception électrique d'une PEI partagée avec réseau de distribution interne à la PEI	134
Figure C.9 – Exemple de conception électrique d'une PEI partagée avec réseau de distribution interne à la PEI en parallèle avec le réseau de distribution du DSO	135
Figure C.10 – Exemple de type d'architecture d'une PEI partagée	136
Figure D.1 – Exemple d'architecture d'une PEI séparable pour logements individuels en TN en mode connecté et en mode réseau séparé (avec déconnexion du neutre – TN-S)	138
Figure D.2 – Exemple d'architecture d'une PEI séparable pour logements individuels en TT en mode connecté qui devient TN en mode réseau séparé	139
Figure D.3 – Exemple d'étiquette	141
Figure D.4 – Exemple d'installation électrique pour logements individuels avant sa mise à niveau en PEI séparable	142
Figure D.5 – Exemple d'installation électrique pour logements individuels mise à niveau en PEI séparable	143
Tableau 1 – Combinaisons de types possibles de mises à la terre du réseau en mode connecté et en mode réseau séparé pour les PEI, et exigences associées concernant l'appareil de connexion du conducteur de référence du système	100

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BASSE TENSION –

**Partie 8-82: Aspects fonctionnels –
Installations électriques à basse tension du prosommateur**

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 60364-8-82 a été établie par le comité d'études 64 de l'IEC: Installations électriques et protection contre les chocs électriques, du comité d'études 8 de l'IEC: Aspect système de la fourniture d'énergie électrique et son sous-comité 8B: Systèmes d'énergie décentralisée. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette première édition annule et remplace l'IEC 60364-8-2 parue en 2018. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC 60364-8-2:2018:

- a) le vocabulaire et les concepts ont été alignés le plus possible sur ceux du comité d'études 8 et du sous-comité 8B, en tenant compte notamment de la série IEC 62898 et de l'IEC TS 62786, tout en respectant le point de vue des installateurs (les installateurs étant les premiers utilisateurs de la série IEC 60364 et ayant l'habitude de se référer uniquement à la série IEC 60364);
- b) le type et le changement de système de mise à la terre du réseau (mise en séquence) en cas de changement de mode de l'installation de prosommation, ont été clarifiés;
- c) les conditions de connexion et de déconnexion du réseau du DSO ont également été décrites tant du point de vue de la sécurité que du bon fonctionnement;
- d) des exigences supplémentaires ont été introduites;
- e) les figures ont été mises à jour;
- f) ajout d'une nouvelle Annexe D normative relative aux PEI séparables pour logements individuels ou applications analogues;
- g) la numérotation a également été revue en reprenant le nouveau système de numérotation de la série IEC 60364, qui est conforme aux Directives IEC et compatible avec les Parties 7.

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

Projet	Rapport de vote
64/2559/FDIS	64/2562/RVD

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 cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent 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.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60364, publiées sous le titre général *Installations électriques à basse tension*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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.

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

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

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

INTRODUCTION

Historiquement, les régies d'électricité avaient pour habitude de gérer le réseau public de transport et de distribution du point de vue d'une production centrale adaptée aux variations de la demande, du flux d'énergie descendant, de l'équilibre production/consommation assuré par des régies d'électricité publiques intégrées et avec des utilisateurs plutôt passifs.

Les facteurs clés suivants incitent le réseau de distribution à évoluer:

- le nombre croissant d'appareils électroniques utilisés tous les jours et les besoins grandissants qui en découlent (le chargement des véhicules électriques, par exemple) se traduisent par une augmentation structurelle de la consommation d'électricité;
- la pression exercée sur le changement climatique se traduit par une pression sur la réduction des émissions de CO₂;
- de même, le marché de l'électricité évolue rapidement, principalement en raison de son dégroupage et de sa déréglementation, ainsi que du nombre croissant de sources d'énergie renouvelable intermittentes (globales et locales);
- les attentes des utilisateurs évoluent également. Ils comptent de plus en plus sur des réseaux de distribution plus fiables et de meilleure qualité recherchent les meilleurs rendements économiques et souhaitent gérer leur énergie de manière proactive;
- il convient également de prendre en compte l'évolution technologique, compte tenu de l'accessibilité aux technologies de l'information et de la communication (TIC) et de l'émergence de nouvelles solutions de stockage de l'énergie.

Toutes les parties prenantes directement concernées par la production, le transport, la distribution et la consommation d'électricité ont de nouvelles attentes:

- les clients souhaitent réduire les coûts liés à l'énergie électrique pour atteindre leurs objectifs environnementaux (énergie renouvelable, efficacité énergétique) et profiter également de la qualité de l'alimentation électrique;
- les fournisseurs souhaitent limiter le taux de désabonnement des clients par la gestion des prix et des services;
- les producteurs espèrent optimiser leurs rendements et leurs investissements et tirer profit du commerce de l'énergie;
- le revendeur souhaite créer les conditions propices à l'émergence d'un nouveau marché;
- l'opérateur de réseau de transport (TSO, *Transmission System Operator*) souhaite renforcer le réseau de transport et respecter la réglementation (prix et niveau de services), alors que l'opérateur de réseau de distribution (DSO, *Distribution System Operator*) souhaite respecter la réglementation (prix et niveau de services), réduire les coûts en améliorant la productivité (y compris le compteur) et disposer d'un réseau souple;
- enfin, les gouvernements et organes de réglementation souhaitent créer un marché de l'énergie compétitif et durable.

Le présent document a pour objet d'assurer la compatibilité des installations électriques à basse tension avec les différents moyens, actuels et à venir, de fourniture de l'énergie électrique au matériel d'utilisation, en toute sécurité et fonctionnalité, quelle que soit la provenance de cette énergie (DSO ou génération locale). Le présent document n'a pas pour objet d'influencer toutes les parties prenantes du secteur de l'alimentation électrique concernant la manière dont il convient de vendre et de fournir l'énergie électrique.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BASSE TENSION –

Partie 8-82: Aspects fonctionnels – Installations électriques à basse tension du prosommateur

82.1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60364 spécifie les exigences et recommandations qui s'appliquent aux installations électriques à basse tension connectées ou non à un réseau de distribution capable de fonctionner:

- avec des alimentations électriques locales; et/ou
- avec des unités de stockage locales;

et qui surveille et commande l'énergie délivrée par les sources connectées en local afin d'alimenter:

- des matériels d'utilisation; et/ou
- des unités de stockage locales; et/ou
- les réseaux de distribution.

Ces installations électriques sont appelées installations électriques du prosommateur (PEI, *Prosumer's Electrical Installations*).

Ces exigences et recommandations s'appliquent aux installations neuves et aux modifications des installations existantes.

Le présent document spécifie également les exigences et recommandations relatives au comportement sûr, efficace et correct de ces installations lorsqu'elles sont intégrées dans un réseau intelligent.

NOTE Les exigences relatives aux sources électriques destinées aux services de sécurité sont données dans l'IEC 60364-5-56.

Les informations relatives à l'interaction du réseau pour assurer la stabilité du système électrique des PEI connectées au réseau sont données à l'Annexe B.

Le présent document couvre les exigences relatives à la stabilité des PEI autonomes ou en réseau séparé.

82.2 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 60038, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

IEC 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*
IEC 60364-4-41/AMD1:2017

IEC 60364-4-42:2010, *Installations électriques basse tension – Partie 4-42: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les effets thermiques*

IEC 60364-4-43:2008, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-43: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les surintensités*

IEC 60364-5-51:2005, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-51: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Règles communes*

IEC 60364-5-53:2019, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Dispositifs de protection pour assurer la sécurité, le sectionnement, la coupure, la commande et la surveillance*
IEC 60364-5-53:2019/AMD1:2020

IEC 60364-5-54:2011, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Installations de mise à la terre et conducteurs de protection*

IEC 60364-5-55:2011, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-55: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Autres matériels*
IEC 60364-5-55:2011/AMD1:2012
IEC 60364-5-55:2011/AMD2:2016

IEC 60364-5-57, *Low-voltage electrical installations – Part 5-57: Selection and erection of electrical equipment – Erection of stationary secondary batteries* (disponible en anglais seulement)

IEC 60364-6, *Installations électriques à basse tension – Partie 6: Vérification*

IEC 60364-7-722, *Installations électriques à basse tension – Partie 7-722: Exigences pour les installations et emplacements spéciaux – Alimentation des véhicules électriques*

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

IEC 61557-12:2018, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)*

IEC 62423, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel de type B et de type F avec et sans protection contre les surintensités incorporée pour usages domestiques et analogues*

IEC TS 62749, *Assessment of power quality – Characteristics of electricity supplied by public networks* (disponible en anglais seulement)

82.3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants 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 <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

82.3.1

réseau intelligent

réseau d'énergie électrique qui utilise les technologies d'échange d'information et de commande, l'informatique distribuée et les capteurs et actionneurs associés, pour des objectifs tels que:

- intégrer le comportement et les actions des utilisateurs du réseau et des autres parties prenantes,
- fournir efficacement une alimentation en électricité durable, économique et sûre

[SOURCE: IEC 60050-617:2011, 617-04-13]

82.3.2

réseau de distribution

réseau d'énergie électrique destiné à la distribution d'énergie électrique entre les utilisateurs du réseau dont est responsable un opérateur de réseau de distribution (DSO)

[SOURCE: IEC TS 62786:2017, 3.4 – Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

82.3.3

producteur

<d'électricité> entité ou partie qui produit de l'énergie électrique

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-02-01, modifié – "entité ou" a été ajouté.]

82.3.4

consommateur

<d'électricité> entité ou partie qui utilise l'électricité

82.3.5

prosommateur

<d'électricité> entité ou partie qui peut être à la fois un producteur et un consommateur d'énergie électrique

82.3.6**installation électrique du prosommateur****PEI**

installation électrique à basse tension raccordée ou non à un réseau de distribution, qui est capable de fonctionner:

- avec des alimentations électriques locales; et/ou
- avec des unités de stockage locales;

qui surveille et commande l'énergie délivrée par les sources connectées afin d'alimenter:

- des matériels d'utilisation; et/ou
- des unités de stockage locales; et/ou
- des réseaux de distribution

Note 1 à l'article: L'abréviation "PEI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "prosumer's electrical installation".

82.3.7**système de gestion de l'énergie électrique****EEMS**

système qui surveille, fonctionne, commande et gère les ressources énergétiques et les charges des installations

Note 1 à l'article: Le système EEMS peut être un système spécifique ou faire partie d'un système intégré, tel qu'un système électronique pour les foyers domestiques et les bâtiments (HBES, *Home and Building Electronic System*) ou un système de gestion de bâtiments (BMS, *Building Management System*) ou un autre système de gestion analogue.

Note 2 à l'article: L'abréviation "EEMS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "electrical energy management system".

[SOURCE: IEC 60364-8-1:2019, 3.2.1, modifié – La Note 1 à l'article a été ajoutée.]

82.3.8**mode de fonctionnement**

fonctionnement d'une installation en fonction des différentes sources d'énergie électrique et du flux d'énergie

82.3.9**mode d'alimentation directe**

mode de fonctionnement dans lequel le réseau de distribution alimente la PEI

Note 1 à l'article: Les unités de stockage locales peuvent alimenter le matériel d'utilisation ou être chargées par les alimentations électriques locales et/ou le réseau de distribution.

82.3.10**mode d'alimentation inverse**

mode de fonctionnement dans lequel la PEI alimente le réseau de distribution

Note 1 à l'article: Les unités de stockage locales peuvent alimenter le matériel d'utilisation et/ou le réseau de distribution ou être chargées par les alimentations électriques locales.

82.3.11**mode connecté**

mode de fonctionnement dans lequel la PEI est connectée au réseau de distribution

EXEMPLE Mode d'alimentation directe, mode d'alimentation inverse ou aucun mode d'alimentation (c'est-à-dire qu'il n'y a aucun échange d'énergie entre la PEI et le réseau de distribution).

82.3.12

mode réseau séparé

mode de fonctionnement dans lequel la PEI est déconnectée du réseau de distribution

Note 1 à l'article: Un réseau séparé peut résulter de l'action de protections automatiques ou d'une action délibérée.

[SOURCE: IEC 60050-692:2017, 692-02-11, modifié – Le terme "réseau séparé" a été remplacé par "mode réseau séparé", la définition a été adaptée à la PEI et la Note 2 à l'article a été supprimée.]

82.3.13

PEI connectée au réseau

PEI destinée à fonctionner uniquement lorsqu'elle est connectée à un réseau de distribution

82.3.14

PEI autonome

PEI qui n'est pas connectée en permanence à un réseau de distribution

Note 1 à l'article: Une PEI autonome est en mode réseau séparé permanent.

82.3.15

PEI séparable

PEI destinée à fonctionner soit en étant connectée à un réseau de distribution, soit en étant déconnectée du réseau de distribution

Note 1 à l'article: Les PEI séparables sont en mode connecté ou en mode réseau séparé intentionnel.

82.3.16

point de connexion

POC

point de référence où l'installation électrique du prosommateur est connectée au réseau de distribution

Note 1 à l'article: Une PEI peut avoir plusieurs points de connexion pour la résilience.

Note 2 à l'article: Dans l'IEC 60364 (toutes les parties), le concept d'origine de l'installation est également utilisé. L'origine de l'installation désigne le point où l'énergie est livrée à l'installation électrique. Le POC est donc une origine spécifique de l'installation, c'est-à-dire celle qui est connectée au réseau de distribution. Les autres origines de l'installation peuvent être la connexion à l'alimentation électrique locale au système de stockage.

Note 3 à l'article: La connexion ou la déconnexion de l'installation électrique du prosommateur du réseau de distribution se produit généralement au POC.

Note 4 à l'article: L'abréviation "POC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "point of connection".

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-04-01, modifié – La définition a été adaptée à la PEI, et les notes à l'article ont été ajoutées.]

82.3.17

délestage

méthode(s) qui permet(tent) d'optimiser la demande par la commande des charges électriques pendant des durées variables

[SOURCE: IEC 60364-8-1:2019, 3.2.2]

82.3.18

conducteur de référence du système

conducteur qui raccorde un conducteur actif du réseau d'énergie électrique à une installation de mise à la terre

Note 1 à l'article: Le conducteur actif connecté est le point neutre ou milieu, s'il existe, ou un conducteur de ligne s'il n'existe pas.

82.3.19**système de stockage de l'énergie électrique****EES**

installation capable d'absorber l'énergie électrique, de la stocker pendant un certain temps et de la libérer.

Note 1 à l'article: L'abréviation "ESS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "electrical energy storage system".

[SOURCE: IEC 62933-1:2018, 3.2, modifié – La définition a été adaptée à la PEI, et les notes à l'article ont été supprimées.]

82.4 Intégration de la PEI dans son environnement**82.4.1 Objectifs principaux**

Lorsqu'un réseau intelligent et une installation électrique interagissent, il convient de mettre en œuvre un concept de gestion de la demande de puissance dynamique.

Etant donné que le réseau intelligent a une incidence sur les installations électriques:

- le consommateur doit tenir compte des contraintes du réseau d'énergie électrique et peut adapter ses besoins (dans le temps, par exemple) avec l'EEMS;
- la conception et la configuration de l'installation peuvent inclure le délestage et le choix de la source par l'EEMS.

Etant donné que la production d'énergie à partir de sources renouvelables telles que le photovoltaïque ou l'éolien est intermittente, une capacité de stockage peut être installée dans la PEI pour assurer la continuité de l'alimentation dans tous les modes sans alimentation par le réseau, assurer la stabilité de la PEI et/ou optimiser l'autoconsommation en mode connecté.

82.4.2 Sécurité

La mise en œuvre des exigences spécifiées dans le présent document ne doit pas compromettre la sécurité de la PEI, comme cela est exigé dans les autres parties de la série IEC 60364. En cas de modification de configuration de l'alimentation en énergie (de l'alimentation par le réseau de distribution aux alimentations électriques locales, par exemple), toutes les mesures de protection doivent toujours être opérationnelles ou doivent être automatiquement remplacées par d'autres mesures de protection normalisées qui assurent un niveau de sécurité équivalent.

82.4.3 Fonctionnement correct

Les paramètres relatifs à la qualité d'alimentation sont utilisés pour démontrer le fonctionnement fiable de la PEI; il convient qu'ils ne s'écartent pas de la plage de fonctionnement admise pour tous les composants de la PEI.

Pour une PEI non autonome, sauf spécification contraire, les niveaux de qualité d'alimentation au point de connexion (POC) doivent se trouver dans la même plage admise en mode connecté au réseau et en mode réseau séparé.

La connexion d'une PEI à un réseau de distribution ne doit pas occasionner des perturbations inacceptables pour les autres utilisateurs du réseau.

Lorsque la PEI fonctionne en parallèle avec le réseau de distribution, elle ne doit pas occasionner de fluctuations de tension sur le réseau de distribution ni provoquer un papillotement et des variations rapides de tension en dehors des plages définies dans l'IEC TS 62749.

NOTE Voir également l'IEC TS 60364-8-3:2020, Article 11.

82.5 Concept de PEI

Une PEI à basse tension doit être considérée comme un ensemble de matériels électriques intégrant les fonctions suivantes (voir Figure 1):

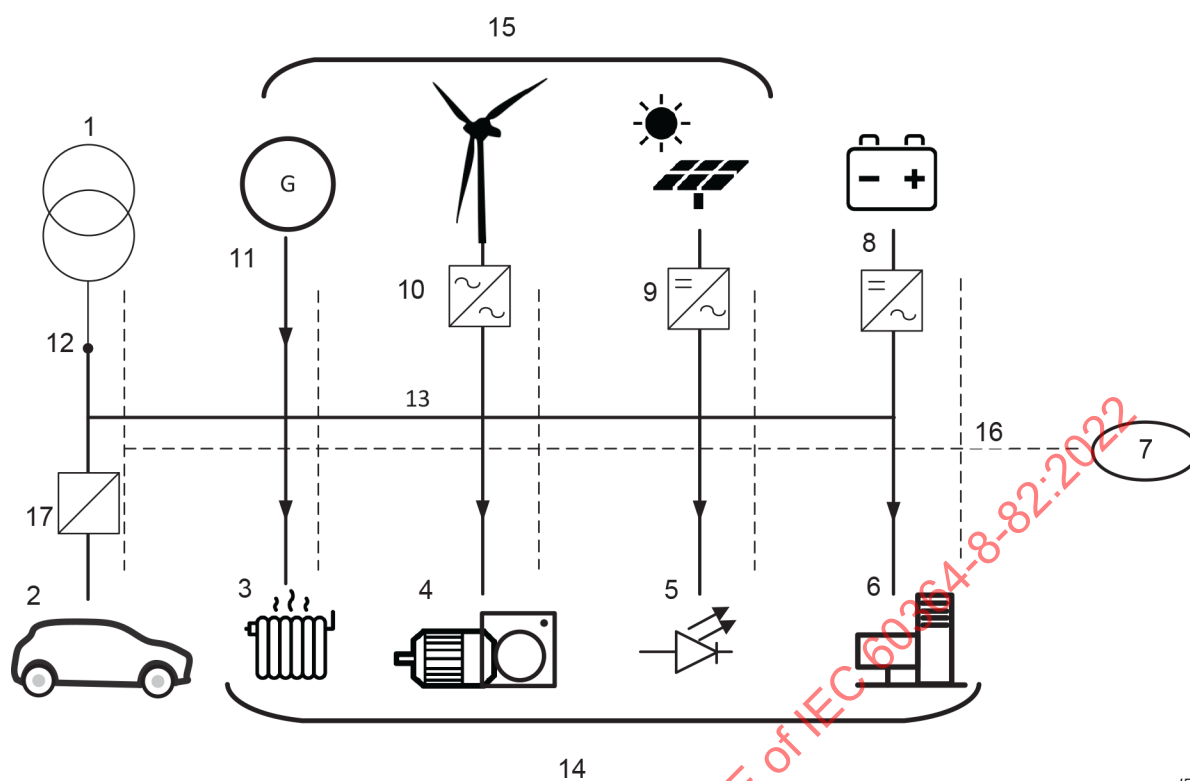
- alimentation (connexion à un réseau public d'alimentation électrique, un générateur local, des systèmes photovoltaïques, des éoliennes, un système de stockage de l'énergie électrique, par exemple);
- distribution (tableau de distribution, canalisations électriques, par exemple);
- consommation (moteurs, systèmes de chauffage, éclairage, ascenseurs, par exemple);
- gestion de l'énergie (matériel de délestage, dispositif de contrôle, par exemple).

NOTE 1 Un système de stockage de l'énergie électrique peut être considéré comme un générateur et comme une charge.

La distribution électrique dans la PEI peut être en courant alternatif (c.a.) et/ou en courant continu (c.c.) (voir les exemples de la Figure 1 et de la Figure 2), comme chaque installation électrique à basse tension couverte par l'IEC 60364 (toutes les parties).

Les installations électriques doivent tenir compte à la fois des demandes du DSO et des besoins exprimés par le prosummateur. Un EEMS doit être mis en œuvre pour combiner les informations et/ou données fournies par le DSO ou adressées à ce dernier, la mise à disposition de l'énergie par les sources locales et les besoins du prosummateur. L'EEMS doit assurer la sécurité des données.

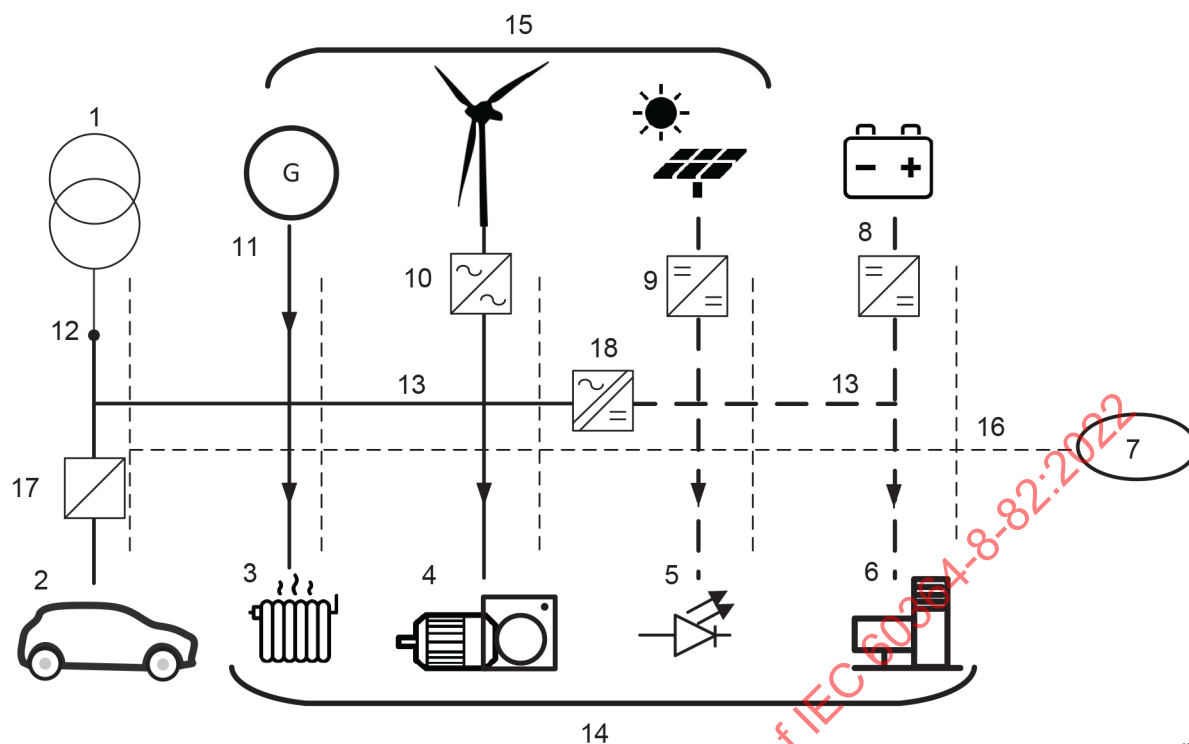
Une alimentation sans interruption (ASI) ne doit pas être considérée comme un prosummateur si elle ne comporte aucun mode d'alimentation inverse pour alimenter le matériel d'utilisation dans la partie amont de l'installation électrique et/ou du réseau de distribution, le cas échéant.



Légende

1	réseau de distribution	10	onduleur éolien
2	véhicule électrique	11	autre générateur
3	réchauffeurs	12	POC
4	moteurs	13	installation électrique du prosommateur
5	éclairages	14	consommation locale
6	appareils domestiques et dispositifs électroniques	15	production locale
7	EEMS	16	signaux de gestion (échanges bidirectionnels)
8	système de stockage de l'énergie électrique	17	borne de recharge pour VE
9	onduleur solaire		

Figure 1 – Exemple d'installation électrique à basse tension du prosommateur avec distribution électrique en courant alternatif dans la PEI



Légende

1	réseau de distribution	11	autre générateur
2	véhicule électrique (charge délestable)	12	POC
3	réchauffeurs (charge délestable)	13	installation électrique du prosommateur
4	moteurs, charges en courant alternatif (appareils domestiques)	14	consommation locale
5	éclairages (LED)	15	production locale
6	charges en courant continu (voire charges sensibles dans le cas d'une PEI séparable)	16	signaux de gestion (échanges bidirectionnels)
7	EEMS	17	borne de recharge pour VE
8	système de stockage de l'énergie électrique	18	convertisseur alternatif/continu bidirectionnel
9	onduleur solaire		
10	onduleur éolien		

Figure 2 – Exemple d'installation électrique à basse tension du prosommateur avec distribution électrique en courant alternatif et en courant continu dans la PEI

Afin d'alimenter les charges électriques de la manière la plus efficace et rentable possible, il convient que le propriétaire de l'installation PEI envisage de fournir un système de surveillance et de contrôle des différentes alimentations électriques connectées à l'installation.

Les connexions doivent être conformes à la série IEC 60364.

NOTE 2 Les parties spécifiques de la série IEC 60364 incluent, par exemple, l'Article 551 de l'IEC 60364-5-55:2011 pour les alimentations électriques, l'IEC 60364-5-57 pour les systèmes de stockage de l'énergie, l'IEC 60364-7-712 pour les systèmes photovoltaïques et l'IEC 60364-7-722 pour l'alimentation des véhicules électriques.

L'énergie produite localement peut être utilisée en local ou peut alimenter le réseau de distribution. Dans ce cas, l'opérateur de l'installation doit être considéré comme un consommateur et un producteur d'énergie électrique (prosommateur).

Les interactions avec le réseau de distribution, avec le fournisseur ou le revendeur de services, sont nécessaires pour optimiser la production d'énergie, le transfert d'énergie et l'approvisionnement d'énergie en fonction des conditions et de la stratégie des prosommateurs, ainsi que de la contribution présumée, le cas échéant, de la PEI au réseau de distribution.

L'interaction avec le système d'alimentation est décrite à l'Annexe B.

82.6 Types de PEI

82.6.1 Généralités

Il existe différents types de PEI:

- PEI connectée au réseau (voir 82-3-14);
- PEI séparable (voir 82-3-16);
- PEI autonome (voir 82-3-15).

Les PEI connectées au réseau et les PEI séparables sont connectées au réseau de distribution au niveau d'un point de connexion (POC).

Une PEI peut avoir plusieurs points de connexion, par exemple pour la redondance de la connexion au réseau de distribution. Le présent document traite uniquement des PEI qui ne comportent qu'un POC.

Le type de mise à la terre du réseau et les mesures de protection associées de la PEI doivent être choisis en fonction du type de PEI (voir 82.8). Comme dans toutes les installations électriques, différentes parties de la PEI peuvent faire l'objet de mesures de protection différentes. Ces mesures de protection doivent être adaptées aux modes de fonctionnement pertinents de la PEI.

Le contrôle de la PEI est également lié au type de PEI. Il est défini en 82.7 et décrit dans l'IEC TS 60364-8-3.

Des réglementations régionales, nationales ou provinciales (le code de réseau, par exemple) peuvent exister pour la conception et l'exploitation des PEI raccordées au réseau et des PEI séparables.

NOTE 1 Selon les conditions régionales, nationales ou provinciales, une PEI peut appartenir à un propriétaire unique (PEI individuelle) ou une partie de celle-ci peut être partagée entre différents propriétaires (PEI collective). Les exigences techniques relatives au type de mise à la terre du réseau et aux protections sont les mêmes, même si les solutions mises en œuvre peuvent être adaptées afin de tenir compte de la propriété des différentes parties.

NOTE 2 Le code de réseau est un règlement local concernant le transport et la distribution, la répartition, le développement et la sécurité du réseau, y compris les procédures de connexion, de gestion, de planification, de développement et de maintenance des réseaux de transport et de distribution, ainsi que la répartition et le mesurage de l'énergie électrique.

NOTE 3 Voir l'Annexe C pour la description des architectures des PEI (individuelles, collectives ou partagées).

82.6.2 Modes de fonctionnement

Les modes de fonctionnement décrits dans le présent document peuvent être adoptés selon le type de PEI et sont les suivants:

- mode connecté (voir 82.3.12) pour les PEI connectées au réseau ou séparables;
- mode réseau séparé (voir 82.3.13) pour les PEI séparables ou autonomes.

Les modes de fonctionnement possibles peuvent être choisis en fonction du contrat avec le DSO ou selon la législation nationale.

Les systèmes de stockage de l'énergie peuvent alimenter le matériel d'utilisation ou être chargés par les alimentations électriques locales ou par le réseau de distribution (sauf en mode réseau séparé pour le réseau de distribution).

Les unités d'alimentation locales peuvent alimenter le matériel d'utilisation, les unités de stockage locales ou le réseau de distribution (sauf en mode réseau séparé pour le réseau de distribution).

Le passage du mode connecté au mode réseau séparé, et inversement, peut être assuré par l'appareil de connexion prévu pour le passage en réseau séparé (SDFI, *Switching Device For Islanding*) (voir 82.6.3.4.3). Ce passage peut être commandé directement (manuellement ou à distance) ou automatiquement.

Le passage du mode réseau séparé au mode connecté peut être effectué si le réseau de tension fourni par les alimentations électriques locales est synchronisé avec le réseau de distribution (voir l'IEC 60364-5-55:2011, Article 551) ou en coupant toutes les alimentations électriques locales avant la connexion (voir 82.6.3.4.3).

Voir l'Annexe A pour des exemples de modes de fonctionnement.

Les exigences techniques relatives à la conception de la PEI selon le mode de fonctionnement choisi sont indiquées en 82.8.

82.6.3 Interaction avec le réseau de distribution

82.6.3.1 Généralités

La connexion avec le réseau de distribution peut être effectuée soit directement sous basse tension (le type de mise à la terre du réseau est défini par le DSO), soit par l'intermédiaire d'un transformateur, ce qui permet de choisir un système spécifique de mise à la terre du réseau pour la PEI en mode connecté.

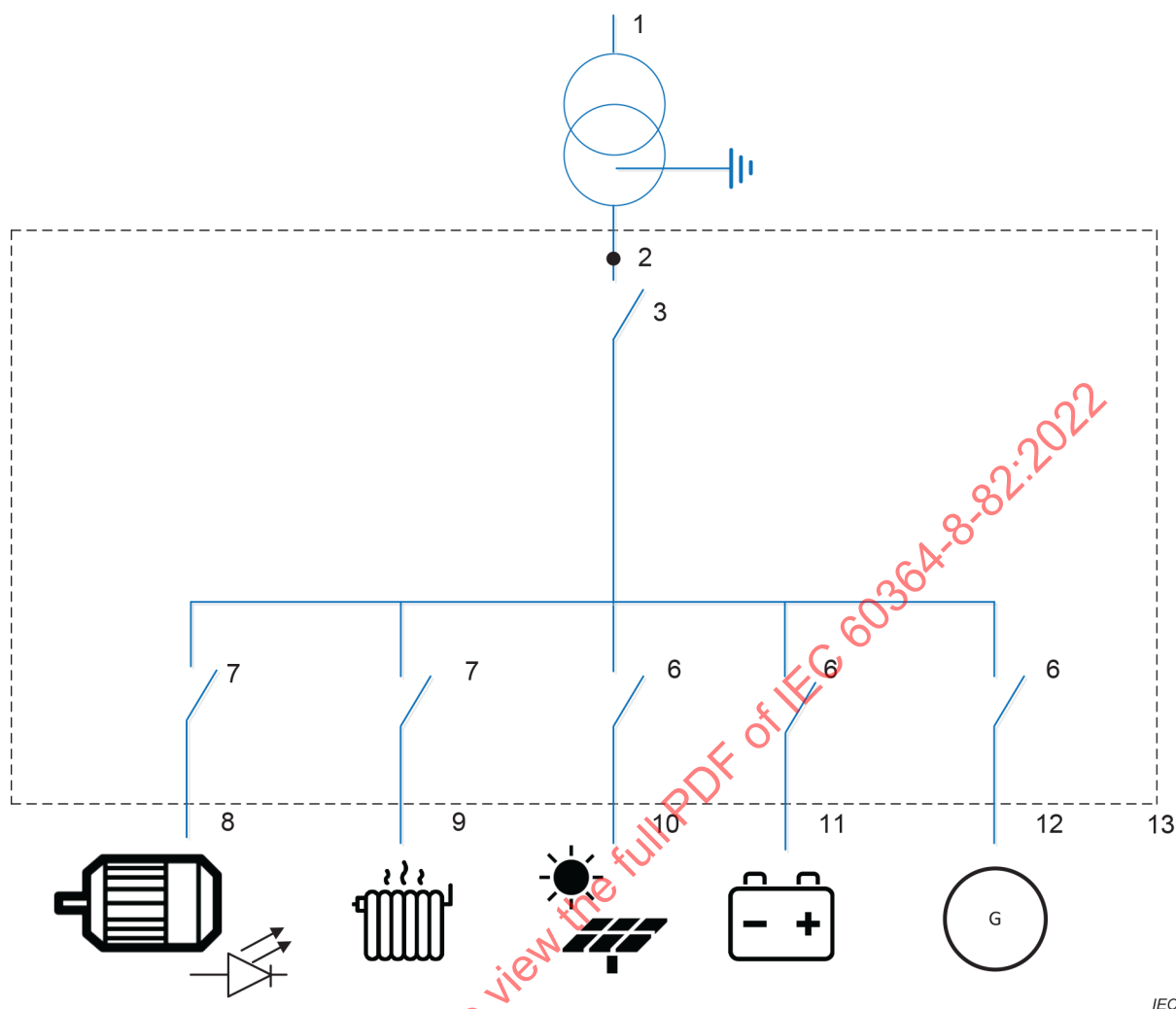
NOTE 1 Le SDFI peut se trouver côté HT et/ou côté BT du transformateur conformément aux exigences du DSO.

NOTE 2 S'il existe un transformateur HT/BT et si le SDFI se trouve dans la partie BT, les exigences décrites dans le présent document s'appliquent à la partie BT de l'installation même si la connexion avec le réseau de distribution se trouve du côté HT du transformateur (voir 82.6.3.4.3 et 82.8).

NOTE 3 Des informations complémentaires relatives aux interactions avec le réseau de distribution sont données à l'Annexe B.

82.6.3.2 Interaction avec le réseau de distribution pour les PEI connectées au réseau

Les PEI connectées au réseau sont conçues pour fonctionner uniquement lorsqu'elles sont alimentées par le réseau de distribution. Le type de mise à la terre du réseau et la déconnexion automatique de l'alimentation dépendent de la connexion au réseau de distribution (voir Figure 3).



Légende

1	réseau de distribution	8	charges non délestables (charges sensibles)
2	point de connexion (POC)	9	charges délestables (charges réglables)
3	appareil de connexion principal	10	générateur solaire
4	vacant	11	système de stockage de l'énergie électrique
5	vacant	12	autre générateur (éolien, etc.)
6	appareil de connexion de la source	13	tableau de répartition principal
7	appareil de connexion de la charge		

Figure 3 – Exemple d'architecture d'une PEI connectée au réseau

En cas de perte de réseau (voir 82.6.3.5) ou si les valeurs de tension, de fréquence ou d'autres valeurs de qualité de l'alimentation ne respectent pas les tolérances définies par le DSO, aucune alimentation électrique locale ne doit rester connectée au réseau. Lorsque le réseau de distribution est réactivé:

- la PEI est réactivée par le réseau de distribution;
- les alimentations électriques locales peuvent nécessiter une autorisation du DSO avant leur reconnexion;

NOTE En tant que solution temporaire, le réseau de distribution peut être réactivé avec une capacité limitée. Dans ce cas, par exemple, le DSO peut ne pas autoriser la PEI à se connecter à des sources locales.

- les alimentations électriques locales peuvent nécessiter une synchronisation avec le réseau avant leur reconnexion.

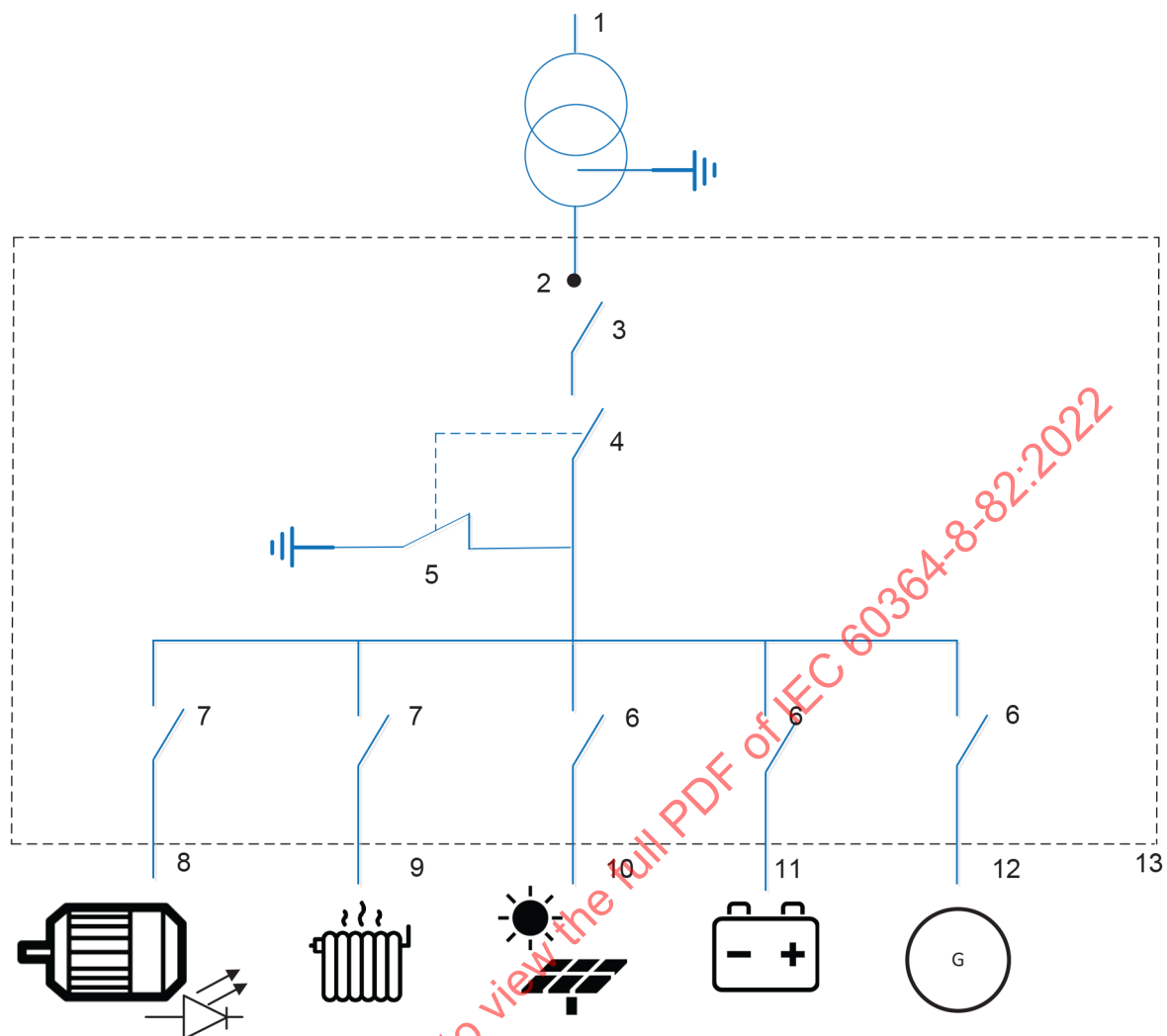
En cas d'ouverture de l'appareil de connexion principal:

- déconnecter les alimentations électriques locales, y compris le stockage;
- vérifier qu'il n'y a plus aucune alimentation.

82.6.3.3 Interaction avec le réseau de distribution pour les PEI séparables

82.6.3.3.1 Déconnexion du réseau de distribution/reconnexion au réseau de distribution en cas de perte de réseau

Les PEI conçues pour fonctionner en mode réseau séparé peuvent comporter deux types de mises à la terre du réseau et des mesures de protection associées: un pour le mode réseau séparé et un pour le mode connecté au réseau (voir Figure 4 et 82.8).



IEC

Légende

1	réseau de distribution	8	charges non délestables (charges sensibles)
2	point de connexion (POC)	9	charges délestables (charges réglables)
3	appareil de connexion principal	10	générateur solaire
4	appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI) (voir 82.6.3.4.3)	11	système de stockage de l'énergie électrique
5	appareil de connexion du conducteur de référence du système (voir 82.8.2.2.4)	12	autre générateur (éolien, etc.)
6	appareil de connexion de la source	13	tableau de répartition principal
7	appareil de connexion de la charge		

Figure 4 – Exemple d'architecture d'une PEI séparable

En cas de perte de réseau (voir 82.6.3.5) ou si les valeurs de tension, de fréquence ou d'autres valeurs de qualité de l'alimentation ne respectent pas les tolérances définies par le DSO, aucune alimentation électrique locale ne doit rester connectée au réseau.

Les cas suivants peuvent se produire:

- la PEI attend le rétablissement du réseau (même cas qu'en 82.6.3.2);
- la PEI passe en mode réseau séparé:
 - se déconnecter du réseau de distribution (à l'aide du SDFI);
 - utiliser le type local de mise à la terre du réseau (selon le type de mise à la terre du réseau choisi pour le mode réseau séparé, voir 82.8.1);

- le système de protection doit fonctionner dans le mode spécifique (voir 82.8.2);
- l'EEMS doit gérer le passage du mode connecté au mode réseau séparé selon les possibilités de la PEI:
 - arrêt puis démarrage autonome (IEV 617-04-24) ; ou
 - maintien de la continuité du service (à la volée).
- l'EEMS peut échanger les informations pertinentes avec le DSO.

Lorsque le réseau de distribution est réactivé, les actions sont les mêmes que lors d'un passage intentionnel au mode connecté (voir 82.6.3.3.3).

82.6.3.3.2 Déconnexion intentionnelle du réseau de distribution

Pour le passage intentionnel du mode connecté au réseau au mode réseau séparé (si le changement est possible selon les réglementations régionales, nationales ou provinciales [code de réseau, par exemple] et les informations reçues de la part du DSO), les points suivants doivent être pris en considération:

- se déconnecter du réseau de distribution (à l'aide du SDFI);
- changer de type local de mise à la terre du réseau (selon le type de mise à la terre du réseau choisi pour le mode réseau séparé, voir 82.8.1);
- le système de protection doit fonctionner dans le mode spécifique (voir 82.8.2);
- l'EEMS doit gérer la situation selon les possibilités de la PEI:
 - arrêt puis démarrage autonome; ou
 - maintien de la continuité du service (à la volée);
- l'EEMS doit échanger les informations pertinentes avec le DSO.

NOTE Ce sujet peut être traité différemment selon les réglementations nationales.

82.6.3.3.3 Connexion intentionnelle au réseau de distribution

En ce qui concerne le passage intentionnel du mode réseau séparé au mode connecté au réseau, deux possibilités se présentent:

- transition avec interruption de l'alimentation des charges:
 - déconnecter toutes les alimentations électriques locales de la PEI, puis attendre la mise hors tension de la PEI;
 - changer de type local de mise à la terre du réseau (si les types de mises à la terre du réseau sont différents pour les modes réseau séparé et connecté au réseau) en commutant l'appareil de connexion du conducteur de référence du système;
 - se connecter au réseau (à l'aide du SDFI);
- transition sans interruption de l'alimentation des charges (transition fluide):
la PEI doit utiliser des moyens de synchronisation spécifiques et les appareils de connexion coordonnés appropriés afin d'assurer la sécurité et la continuité de l'alimentation des charges essentielles lors du transfert.

La connexion au réseau doit être admise dans des limites spécifiées, par exemple:

- en courant alternatif, la différence entre les amplitudes de tension, les fréquences et les angles de phase dans les différents systèmes, en fonction des exigences des générateurs et des codes de réseau;
- en courant continu, la différence de tension entre les deux systèmes en fonction de la conception du réseau d'énergie électrique (à calculer au cas par cas).

Lorsque les conditions de synchronisation sont remplies, l'EEMS doit:

- changer de type local de mise à la terre du réseau (si les types de mises à la terre du réseau sont différents pour le mode réseau séparé et le mode connecté au réseau);
- se connecter au réseau.

NOTE Le processus de connexion intentionnelle au réseau peut être différent selon les réglementations nationales.

82.6.3.4 Appareil de connexion principal et appareil de connexion pour le passage en réseau séparé

82.6.3.4.1 Généralités

Un appareil de connexion principal doit être prévu pour le sectionnement et la protection de la PEI par rapport au réseau et doit satisfaire aux exigences du 82.6.3.4.2.

Un appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI) doit être prévu pour la connexion ou la déconnexion de la PEI séparable et doit satisfaire aux exigences du 82.6.3.4.3.

L'appareil de connexion principal et l'appareil de connexion pour le passage en réseau séparé peuvent être intégrés dans un même appareil, le cas échéant.

Ces appareils de connexion doivent également satisfaire aux exigences du DSO, le cas échéant.

82.6.3.4.2 Appareil de connexion principal

Les appareils de connexion principaux d'une PEI décrits en 82.6.3.2 et 82.6.3.3 doivent être adaptés au sectionnement, conformément à l'Article 536 de l'IEC 60364-5-53:2019.

Dans le cas d'une PEI connectée au réseau, lorsque l'appareil de connexion principal est ouvert, toutes les alimentations électriques locales doivent être déconnectées de la PEI (et leur reconnexion empêchée) afin d'éviter un passage en réseau séparé non intentionnel.

Une ou plusieurs mesures doivent être prises pour éviter l'ouverture de l'appareil de connexion principal en cas de tenue aux creux de basse tension (LVRT, *Low Voltage Ride Through*), conformément au code de réseau, sans compromettre les protections de l'installation, par exemple ne pas utiliser une bobine de déclenchement à minimum de tension directement alimentée par le réseau de distribution sur l'appareil de connexion principal.

NOTE La tenue aux creux de basse tension est la capacité des sources locales à rester connectées en cas de basse tension du réseau électrique pendant de courtes périodes.

82.6.3.4.3 Appareil de connexion pour le passage en réseau séparé

L'appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI) est destiné au passage du mode connecté au réseau au mode réseau séparé, et du mode réseau séparé au mode connecté au réseau pour une PEI séparable, sur le plan fonctionnel, pour séparer les sources locales du réseau de distribution/les relier à celui-ci.

NOTE 1 Dans l'IEC TS 62786, le terme "commutateur d'interface" est utilisé pour désigner l'appareil de connexion pour le passage en réseau séparé.

Des dispositions doivent être prises pour empêcher la fermeture involontaire et/ou non autorisée du SDFI. Cela peut être réalisé soit au moyen de verrouillages mécaniques ou électriques sur l'appareil, soit en plaçant l'appareil dans une armoire verrouillée à l'aide d'une clé ou d'un outil, à moins qu'il se trouve dans un endroit auquel seules les personnes qualifiées ou averties peuvent avoir accès.

La fermeture du SDFI doit être empêchée lorsque les alimentations locales sont connectées, sauf pour une PEI séparable et si les conditions de synchronisation sont remplies.

Le SDFI doit avoir un courant de courte durée admissible supérieur ou égal au courant de court-circuit présumé maximal fourni par le réseau de distribution. Il peut avoir un pouvoir inférieur au courant de court-circuit présumé maximal fourni par le réseau de distribution s'il est coordonné dans les conditions de court-circuit avec la protection principale contre les surintensités.

Le SDFI doit avoir un pouvoir de fermeture et de coupure supérieur ou égal au courant assigné de la PEI, et supérieur ou égal au courant de court-circuit présumé maximal fourni par les sources locales. Il peut avoir un pouvoir inférieur au courant de court-circuit présumé maximal fourni par les sources locales s'il est coordonné avec d'autres mesures de protection du courant au niveau des sources locales.

NOTE 2 Il existe des normes pour la source de transfert et le passage en réseau séparé, par exemple l'IEC 60947-6-1 pour le matériel de connexion de transfert (TSE). L'IEC 62991 pour le matériel de connexion de la source (SSE) est en cours d'élaboration.

L'appareil de connexion pour le passage en réseau séparé doit être combiné à l'appareil de connexion du conducteur de référence du système, le cas échéant (voir 82.8.2.2.4).

Le choix des composants doit être effectué en fonction du nombre de manœuvres présumé.

NOTE 3 Les appareils peuvent être actionnés plus fréquemment qu'en dehors des PEI, jusqu'à plusieurs fois par jour pour certaines applications.

Lorsqu'un SDFI se situe dans la partie HT de l'installation, des dispositions doivent être prises pour éviter la mise sous tension du transformateur HT/BT du côté BT en mode réseau séparé.

Cette exigence peut être respectée en utilisant un SDFI BT supplémentaire sur la partie BT. Ce SDFI doit satisfaire aux exigences de chaque SDFI. En outre, ce SDFI doit être combiné au SDFI HT afin d'assurer les opérations suivantes:

- l'ouverture du SDFI HT doit provoquer l'ouverture du SDFI BT;
- la fermeture du SDFI BT doit être empêchée lorsque le SDFI HT est ouvert.

82.6.3.5 Perte de réseau

Lorsque le réseau de distribution n'est pas sous tension, les prosommateurs doivent faire fonctionner leur PEI en mode réseau séparé ou se déconnecter automatiquement du réseau de distribution et déconnecter automatiquement toutes les alimentations électriques locales si la PEI n'est pas en mesure de fonctionner en mode réseau séparé.

Lorsque les conditions du DSO pour utiliser le réseau de distribution ne sont pas remplies (surtension, qualité d'alimentation, plusieurs microréseaux qui fonctionnent ensemble comme un réseau séparé du point de vue du DSO, par exemple), les prosommateurs doivent également faire fonctionner leur PEI en mode réseau séparé ou déconnecter automatiquement toutes les alimentations électriques locales si la PEI n'est pas en mesure de fonctionner en mode réseau séparé.

La déconnexion de la PEI du réseau de distribution doit être assurée par une protection généralement appelée "protection contre la perte de réseau", définie par les spécifications des régies d'électricité locales ou par les réglementations locales. La "protection contre la perte de réseau" repose généralement sur une ou plusieurs fonctions de protection.

NOTE 1 La protection contre la perte de réseau est appelée "protection d'interface" dans l'IEC TS 62786:2017, 3.13.

Une protection contre la perte de réseau doit être prévue pour chaque alimentation ou une protection centralisée pour un groupe d'alimentations.

NOTE 2 Une protection centralisée pour un groupe d'alimentations peut par exemple être une solution lorsqu'une transition sans interruption du mode connecté au réseau au mode réseau séparé (pour tout ou partie de la PEI) est présumée.

Une liste non exhaustive de fonctions de protection communes qui peuvent être demandées est donnée ci-dessous, à titre d'exemple:

- protections contre les sous-tensions de phase et les surtensions de phase;
- protections contre les sous-fréquences et les surfréquences.

En option, dans certains cas d'application spécifiques, des fonctions supplémentaires peuvent être demandées:

- protection relative à la vitesse de variation de fréquence;
- protection à retour de puissance.

Les réglages sont généralement définis par les spécifications du DSO ou par les réglementations locales. Ces réglages sont définis pour satisfaire à plusieurs exigences, qui sont rappelées ci-dessous:

- la sélectivité des réglages des protections relatives à la tension avec les exigences de tenue aux creux de basse tension doit être assurée;
- la sélectivité des réglages des protections relatives à la fréquence avec les exigences de tenue aux creux de fréquence (FRT, *Frequency Ride Through*) doit être assurée;

NOTE 3 La tenue aux creux de fréquence est la capacité des sources locales à rester connectées pendant une courte période lorsque la fréquence est en dehors de la tolérance spécifiée.

- la détection d'une ligne d'alimentation du DSO en réseau séparé non intentionnel, qui peut être alimentée par les sources des PEI connectées, doit être assurée. En cas de court-circuit (y compris un défaut à la terre) sur une ligne d'alimentation du réseau public, la protection de la ligne d'alimentation correspondante au niveau du poste de distribution principal se déclenche, et la ligne d'alimentation du réseau de distribution en défaut peut être alimentée par les sources des PEI connectées le long de la ligne d'alimentation. Les protections contre la perte de réseau doivent déconnecter toutes les sources de PEI, quel que soit l'équilibre entre les charges et la source;

NOTE 4 La détection d'un tel défaut peut exiger des mesures spéciales du côté HT, comme une protection contre les surtensions résiduelles/homopolaires (59N conformément à l'IEEE C37.2).

NOTE 5 Le DSO peut exiger un essai des fonctions de protection, y compris la protection contre la perte de réseau, en ce qui concerne la sécurité du réseau de distribution.

- il convient d'assurer la sélectivité des protections contre la perte de réseau avec les protections contre les courts-circuits à l'intérieur du réseau de distribution et des PEI. Lorsqu'un court-circuit se produit dans le réseau de distribution sur une ligne d'alimentation adjacente ou à l'intérieur d'une PEI, il convient que les protections contre la perte de réseau restent stables (aucun déclenchement) afin d'éviter une déconnexion intempestive.

82.6.3.6 Caractéristiques de tension et de fréquence

En mode connecté, la tension et la fréquence sont définies par le réseau de distribution, qui est généralement à courant alternatif.

En mode réseau séparé, la tension et la fréquence ne sont plus définies par le réseau de distribution. Les caractéristiques de tension et de fréquence (amplitude, variations, etc.) doivent être alignées sur les caractéristiques du matériel connecté.

Pour les PEI autonomes et les PEI séparables en mode réseau séparé, la tension et la fréquence doivent être définies par une source maître (par exemple, un générateur rotatif ou un convertisseur maître).

Pour les PEI autonomes et les PEI séparables en mode réseau séparé, la plage de tensions d'alimentation, dans des conditions normales de fonctionnement, doit être spécifiée. L'IEC 60038 doit être utilisée comme référence. La plage de fréquences industrielles doit être spécifiée selon les caractéristiques déclarées des générateurs et des charges.

Ces caractéristiques sont nécessaires pour définir les réglages du système de protection.

NOTE Ces considérations s'appliquent à la partie alimentée de la PEI en mode réseau séparé, en courant alternatif ou en courant continu (voir Figure 1 et Figure 2)

Pour les PEI toujours connectées à un réseau de distribution ou les PEI séparables utilisées en mode connecté, il convient que la PEI respecte également toutes les exigences d'alimentation (tension, fréquence, par exemple) conformément à l'IEC TS 62749.

82.7 Contrôle et surveillance

82.7.1 Généralités

Un système de gestion de l'énergie électrique (EEMS) est exigé pour assurer le bon fonctionnement de la PEI.

Les objectifs de l'EEMS pour une PEI sont les suivants:

- contrôler la connexion de la PEI au réseau intelligent;
- gérer localement la production d'énergie électrique;
- gérer localement la consommation d'électricité;
- gérer les échanges d'énergie avec le DSO.

La liste suivante donne des exemples de fonctions qui peuvent être gérées par l'EEMS:

- gestion des sources d'énergie et des charges;
- gestion des connexions à plusieurs sources;
- proposition de maîtrise de charge (délestage et transfert de charge de la période de pointe);
- échange bidirectionnel d'informations avec le DSO: par exemple,
 - il convient que la PEI mette à disposition du DSO son état de fonctionnement (déconnecté, déconnecté et hors tension, hors tension et en mode maintenance, déconnecté mais sous tension, en cours de déconnexion, en mode réseau séparé, prêt pour la (re)connexion au réseau, en cours de (re)connexion, connecté, inactif, consommateur, producteur, durée de fonctionnement estimée en mode réseau séparé, situation du type de mise à la terre du réseau, etc.);
 - il convient que la PEI partage avec le DSO ses caractéristiques de production électrique locales:
 - i) puissance active et réactive réelle, 4 quadrants;
 - ii) fréquence réelle;
 - iii) tension réelle (3 phases);
 - iv) facteur de puissance (PF, *Power Factor*) réel;
 - v) capacités de stockage réelles (le cas échéant);
 - il convient que la PEI reçoive du DSO l'autorisation d'interruption de l'alimentation, l'autorisation de reconnexion;

NOTE Des informations tarifaires peuvent être nécessaires pour le choix du mode fonctionnement de la PEI.

- sauvegarde du système de gestion au moyen d'un système de stockage de l'énergie et de sources d'énergie;
- contrôle de l'énergie en provenance et à destination du système de stockage de l'énergie;

- surveillance de la qualité de la tension;
- assurance de l'interface avec l'utilisateur final.

L'EEMS peut permettre un réglage de la puissance à court terme, la stabilité, aux fins d'optimisation de l'énergie à long terme, comme cela est spécifié dans l'IEC TS 60364-8-3.

L'EEMS peut être installé comme un matériel séparé, dans un matériel différent ou intégré à un matériel existant.

82.7.2 Architecture du système de contrôle et de surveillance

La consommation de chaque installation électrique de la PEI doit être surveillée, ainsi que l'ensemble de la production d'électricité locale, avec des compteurs d'énergie et des dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD, *Power Metering and Monitoring Device*) conformément à l'IEC 61557-12 ou d'autres équipements de mesure.

Pour les PEI collectives et partagées, il convient d'indiquer la partie de la production locale d'énergie électrique consommée par chaque installation électrique individuelle.

Voir l'Annexe C.

82.8 Protection de l'installation électrique du consommateur

82.8.1 Généralités

L'installation électrique du consommateur doit être en mesure de fonctionner dans tous les modes de fonctionnement prévus, comme cela est défini en 82.6.2. Selon les besoins, une PEI peut modifier le mode de fonctionnement à tout moment et peut revenir au mode de fonctionnement initial à tout moment également (elle peut passer du mode connecté au mode réseau séparé, puis revenir au mode connecté, par exemple).

La protection des personnes et des biens doit être assurée, y compris les alimentations locales, dans tous les modes de fonctionnement et dans toutes les parties des installations (courant alternatif ou courant continu).

Cela est particulièrement le cas pour la protection des personnes contre les chocs électriques lorsque la déconnexion automatique de l'alimentation est utilisée comme mesure de protection pour tous les modes de fonctionnement prévus. Dans ce cas, le type de mise à la terre du réseau utilisé pour tous les modes de fonctionnement prévus peut être différent et peut dépendre du mode de fonctionnement.

- PEI connectée au réseau:

Un moyen d'empêcher le fonctionnement en réseau séparé doit être prévu afin de couper et de déconnecter toutes les alimentations locales lorsque l'alimentation par le réseau ne fonctionne pas correctement.

Les exigences indiquées en 82.8.2.1, 82.8.3, 82.8.4 et 82.8.5 s'appliquent.

- PEI séparable:

Les exigences indiquées en 82.8.2, 82.8.3, 82.8.4 et 82.8.5 s'appliquent.

- PEI autonome:

Les exigences indiquées en 82.8.2.1, 82.8.2.2, 82.8.3, 82.8.4 et 82.8.5 s'appliquent.

82.8.2 Protection contre les chocs électriques

82.8.2.1 Généralités

L'une des mesures suivantes doit être utilisée:

- double isolation ou isolation renforcée;
- très basse tension de sécurité (TBTS) ou très basse tension de protection (TBTP);
- déconnexion automatique de l'alimentation.

82.8.2.2 Mesure de protection par déconnexion automatique de l'alimentation

82.8.2.2.1 Généralités

Lorsque la déconnexion automatique de l'alimentation est utilisée comme mesure de protection, elle doit être assurée pour tous les modes de fonctionnement prévus.

Pour les PEI autonomes et séparables avec plusieurs alimentations locales, sauf pour les systèmes IT non reliés à la terre, il convient de privilégier une seule connexion du conducteur de référence à la terre par partie isolée galvaniquement de la PEI (voir également la Figure 31D de l'IEC 60364-1:2005). Lorsque le positionnement des différentes sources locales décentralisées rend impossible une connexion unique à la terre, plusieurs connexions du conducteur de référence à la terre peuvent être utilisées. Il convient alors d'accorder une attention particulière à l'utilisation de DDR, à la gestion combinée des connexions du conducteur de référence à la terre, si nécessaire, ainsi qu'aux problèmes de CEM.

Les alimentations locales doivent être connectées au tableau de répartition principal par des circuits spécifiques. Lorsque le positionnement géographique des différentes sources locales décentralisées rend impossible la connexion de chaque alimentation locale au tableau de répartition principal, des mesures de protection spécifiques doivent assurer la sécurité.

NOTE Le fait d'avoir les alimentations locales directement connectées dans le tableau de répartition principal et d'avoir également un conducteur de référence du système relié à la terre dans le même tableau de répartition limite le risque d'avoir une partie de l'installation électrique alimentée par une source maître locale sans référence à la terre.

82.8.2.2.2 PEI séparable connectée à un réseau de distribution à basse tension

En mode connecté sans transformateur assurant la séparation électrique, le type de mise à la terre du réseau de la PEI est celui défini par le DSO.

NOTE Si un transformateur BT-BT qui assure la séparation électrique est inséré entre la PEI et le réseau de distribution, les exigences du 82.8.2.2.3 s'appliquent.

En mode réseau séparé, la protection par déconnexion automatique de l'alimentation ne doit pas dépendre de la connexion au point mis à la terre du réseau de distribution lorsque les sources d'énergie locales fonctionnent en alternative. Un moyen de mise à la terre approprié doit être prévu (voir l'IEC 60364-5-55:2011, 551.4.3.2).

Lorsque le SDFI déconnecte tous les conducteurs actifs (voir Figure 5 et Figure 7), ce qui suit s'applique:

- le type de mise à la terre du réseau de la PEI en mode réseau séparé peut être un système TN, TT ou IT;
- sauf pour le système IT sans référence, un appareil de connexion du conducteur de référence du système doit être installé du côté PEI du SDFI, conformément au 82.8.2.2.4;
- lorsque la PEI comprend plusieurs prises de terre sans interconnexion (en courant alternatif, cela ne pouvant pas être réalisé en courant continu en raison de la corrosion), un système TN n'est pas admis;

- lorsque le système IT est conçu pour ne pas se déconnecter en cas de premier défaut, l'installation doit être utilisée uniquement par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) (voir l'IEC 60364-5-51 et l'IEC 60364-5-53:2019, 537.2.1);
- pour un système TN, les exigences relatives à l'installation de mise à la terre et au dispositif de protection du 82.8.2.2.5 s'appliquent;
- pour un système TT, les exigences relatives à l'installation de mise à la terre et au dispositif de protection du 82.8.2.2.6 s'appliquent;
- pour un système IT, les exigences relatives à l'installation de mise à la terre et au dispositif de protection du 82.8.2.2.7 s'appliquent.

Le Tableau 1 décrit les combinaisons possibles de types de mise à la terre du réseau en mode connecté et en mode réseau séparé pour les PEI, ainsi que les exigences associées concernant l'appareil de connexion du conducteur de référence du système.

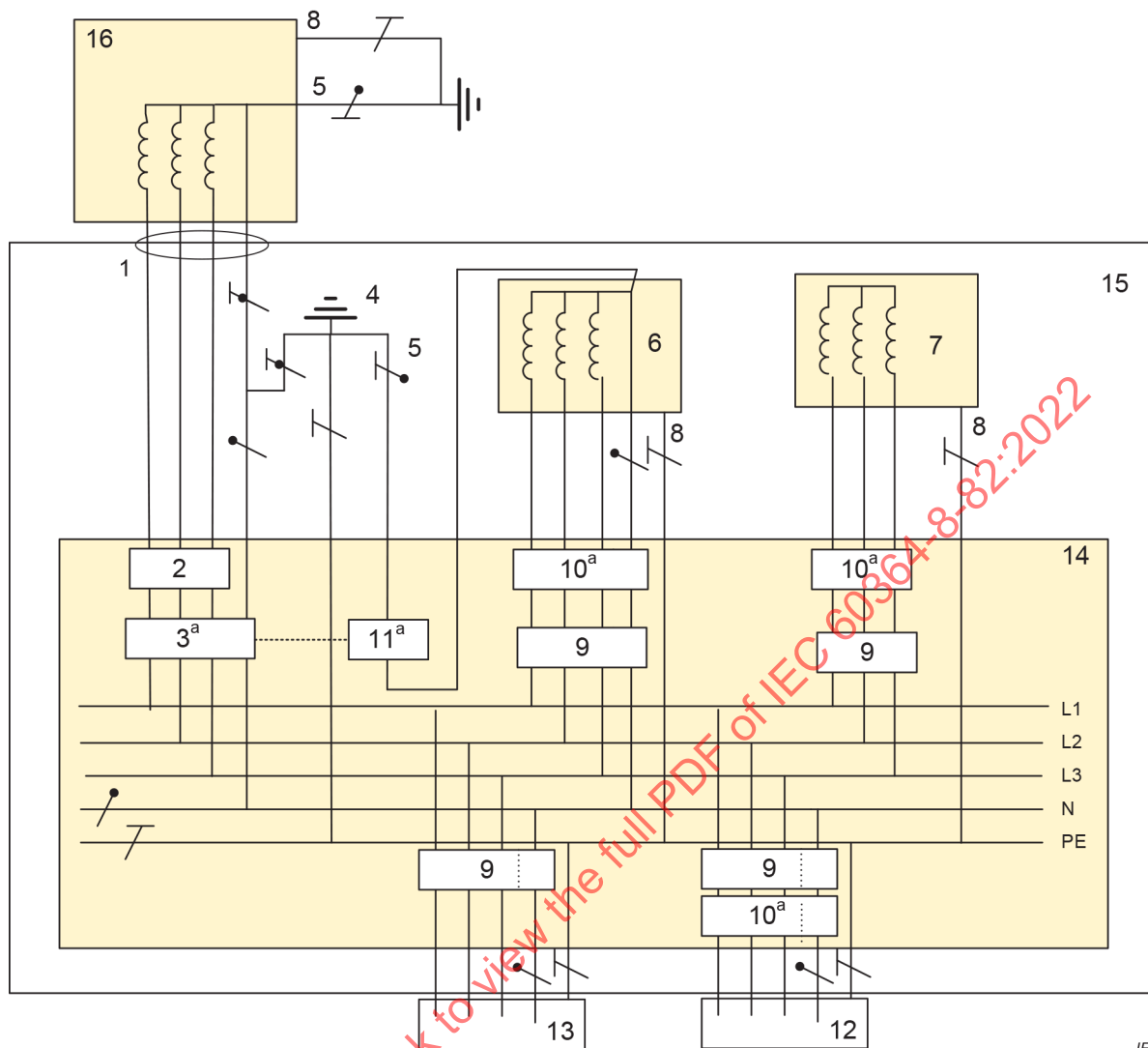
Les Figures 5 à 11 représentent des exemples de configurations possibles.

Un système TN-C-S est admis si le courant de défaut à la terre de la source locale est suffisant pour déclencher la protection contre les surintensités dans le temps de coupure maximal spécifié dans l'IEC 60364-4-41. Si un courant de défaut à la terre suffisant n'est pas disponible, alors d'autres dispositions doivent être prises.

La circulation de courants vagabonds induits par un éventuel sous-ensemble en courant continu de la PEI doit être prise en compte (pour tenir compte de la corrosion, par exemple, comme dans toute installation TT).

Tableau 1 – Combinaisons de types possibles de mises à la terre du réseau en mode connecté et en mode réseau séparé pour les PEI, et exigences associées concernant l'appareil de connexion du conducteur de référence du système

Type de mise à la terre du réseau en courant alternatif en mode connecté au réseau	Type de mise à la terre du réseau en courant alternatif en mode réseau séparé	Mode réseau séparé possible O/N	Nécessité d'un appareil de connexion du conducteur de référence du système	Figure d'illustration
TT	TT	O	O	
	TN-S	O	O	Figure 7, Figure 8
	IT	O	N, mais nécessité de lancer la surveillance de l'isolation ou d'activer le point neutre artificiel	
TN-S	TT	O	O	
	TN-S	O	O, sauf en cas de connexion neutre-terre côté charge	Figure 9, Figure 10
	IT	O	N, mais nécessité de lancer la surveillance de l'isolation ou d'activer le point neutre artificiel	
TN-C-S	TT	N		
	TN-S	O	O	Figure 5
	TN-C-S	O	N, mais prise de terre locale nécessaire	Figure 6
	IT	N		
TN-C	TT	N		
	TN	N		
	IT	N		
IT	TT	O	O	
	TN-S	O	O	
	IT	O	N	Figure 12
NOTE Ce tableau concerne les systèmes en courant alternatif triphasés + neutre. Pour les systèmes en courant alternatif monophasé + neutre, voir l'Annexe D.				

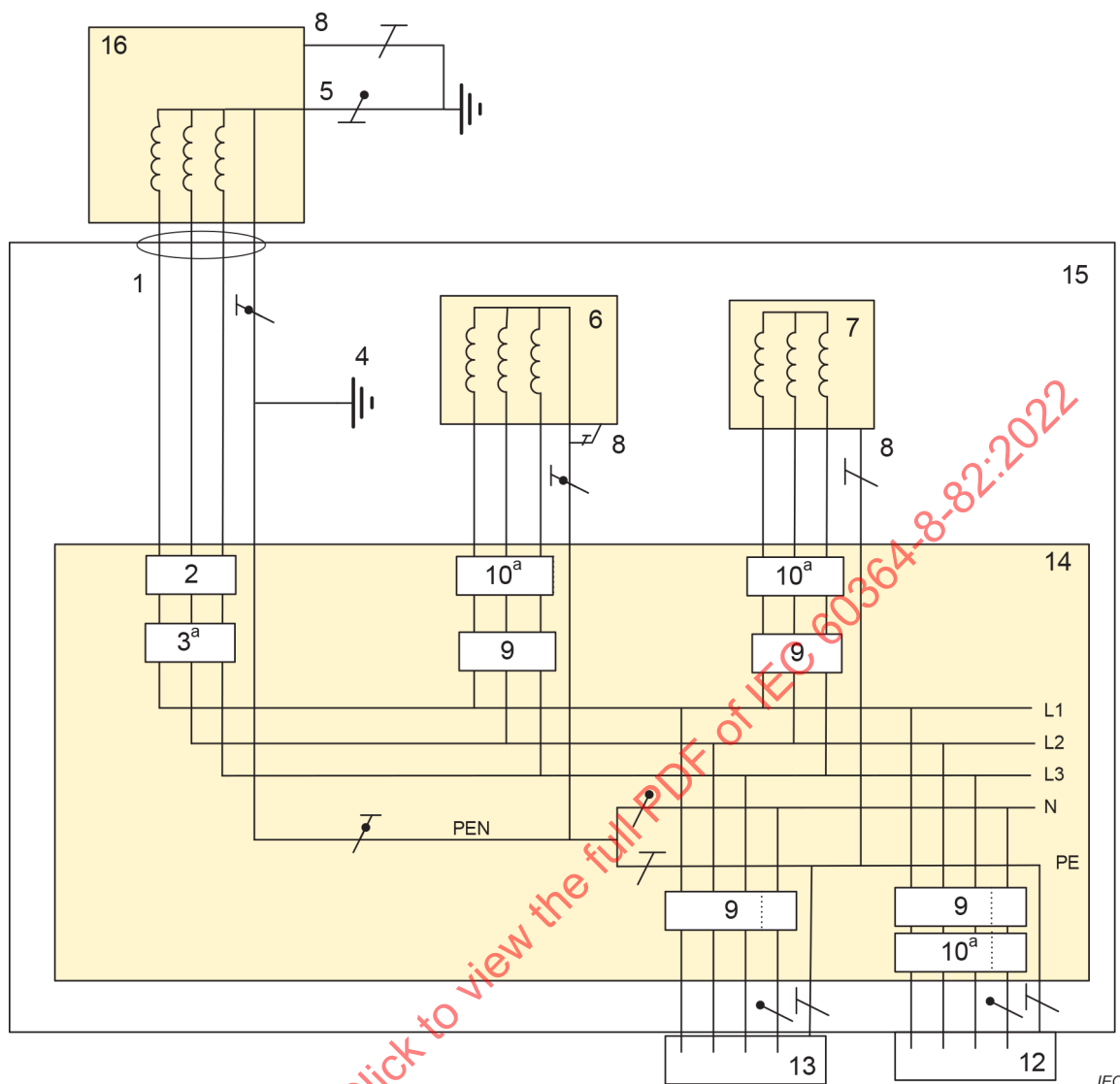


IEC

Légende

- 1 point de connexion (POC) avec le DSO
 - 2 dispositif principal de protection contre les surintensités (OCPD)
 - 3 appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI)
 - 4 prise de terre locale
 - 5 conducteur de référence du système
 - 6 source locale (générateur rotatif ou convertisseur maître)
 - 7 source locale sans neutre
 - 8 conducteur de protection pour la partie conductrice exposée de la source locale
 - 9 dispositif de protection contre les surintensités adapté au sectionnement
 - 10 appareil de connexion
 - 11 appareil de connexion du conducteur de référence du système combiné au SDFI (3)
 - 12 charges délestables
 - 13 charges non délestables
 - 14 tableau de répartition principal
 - 15 PEI
 - 16 transformateur HT/BT du DSO
- ^a Ces dispositifs sont commandés par l'EEMS.

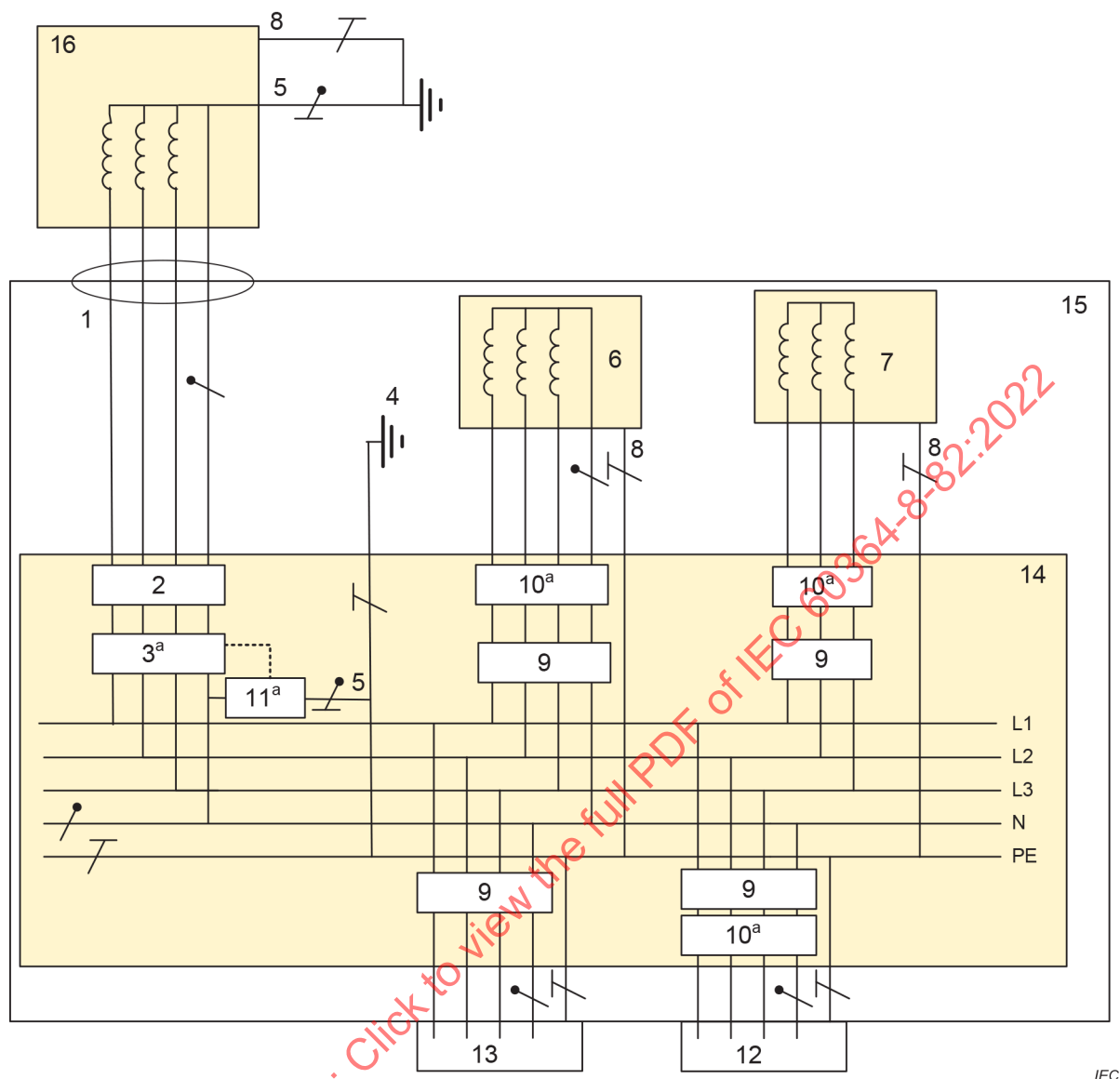
Figure 5 – Exemple d'architecture d'une PEI connectée au DSO BT qui fonctionne en TN-C-S en mode connecté et devient TN-S en mode réseau séparé



Légende

- 1 point de connexion (POC) avec le DSO
 - 2 dispositif principal de protection contre les surintensités (OCPD)
 - 3 appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI)
 - 4 prise de terre locale
 - 5 conducteur de référence du système
 - 6 source locale (générateur rotatif ou convertisseur maître)
 - 7 source locale sans neutre
 - 8 conducteur de protection pour la partie conductrice exposée de la source locale
 - 9 dispositif de protection contre les surintensités adapté au sectionnement (éventuellement combiné à un DDR)
 - 10 appareil de connexion
 - 11 vacant
 - 12 charges délestables
 - 13 charges non délestables
 - 14 tableau de répartition principal
 - 15 PEI
 - 16 transformateur HT/BT du DSO
- ^a Ces dispositifs sont commandés par l'EEMS.

Figure 6 – Exemple d'architecture d'une PEI connectée au DSO BT qui fonctionne en TNC-S en mode connecté et en mode réseau séparé



Légende

- 1 point de connexion (POC) avec le DSO
 - 2 dispositif principal de protection contre les surintensités (OCPD)
 - 3 appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI) combiné à l'appareil de connexion du conducteur de référence du système (11)
 - 4 prise de terre locale
 - 5 conducteur de référence du système
 - 6 source locale (générateur rotatif ou convertisseur maître)
 - 7 source locale sans neutre
 - 8 conducteur de protection pour la partie conductrice exposée de la source locale
 - 9 dispositif de protection contre les surintensités adapté au sectionnement (éventuellement combiné à un DDR)
 - 10 appareil de connexion
 - 11 appareil de connexion du conducteur de référence du système combiné au SDFI (3)
 - 12 charges délestables
 - 13 charges non délestables
 - 14 tableau de répartition principal
 - 15 PEI
 - 16 transformateur HT/BT du DSO
- ^a Ces dispositifs sont commandés par l'EEMS.

Figure 7 – Exemple d'architecture d'une PEI connectée au DSO BT avec déconnexion du neutre, qui fonctionne en TT en mode connecté et devient TN en mode réseau séparé

82.8.2.2.3 PEI séparable connectée au réseau de distribution HT par l'intermédiaire d'un transformateur HT/BT

82.8.2.2.3.1 Généralités

Si la PEI est alimentée en mode connecté à partir du réseau de distribution HT par l'intermédiaire du transformateur HT/BT, le type de mise à la terre du réseau à basse tension doit être choisi lors de la phase de conception.

Le choix du type de mise à la terre du réseau doit assurer le bon fonctionnement tant en mode connecté qu'en mode réseau séparé. La solution préférentielle consiste à utiliser le même type de mise à la terre du réseau pour le mode connecté et le mode réseau séparé.

NOTE Les PEI avec un SDFI à haute tension ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

82.8.2.2.3.2 PEI avec conducteur de référence du système du côté transformateur du SDFI

NOTE 1 Lorsque l'installation BT est alimentée par plusieurs transformateurs en parallèle, les exigences s'appliquent à chaque transformateur.

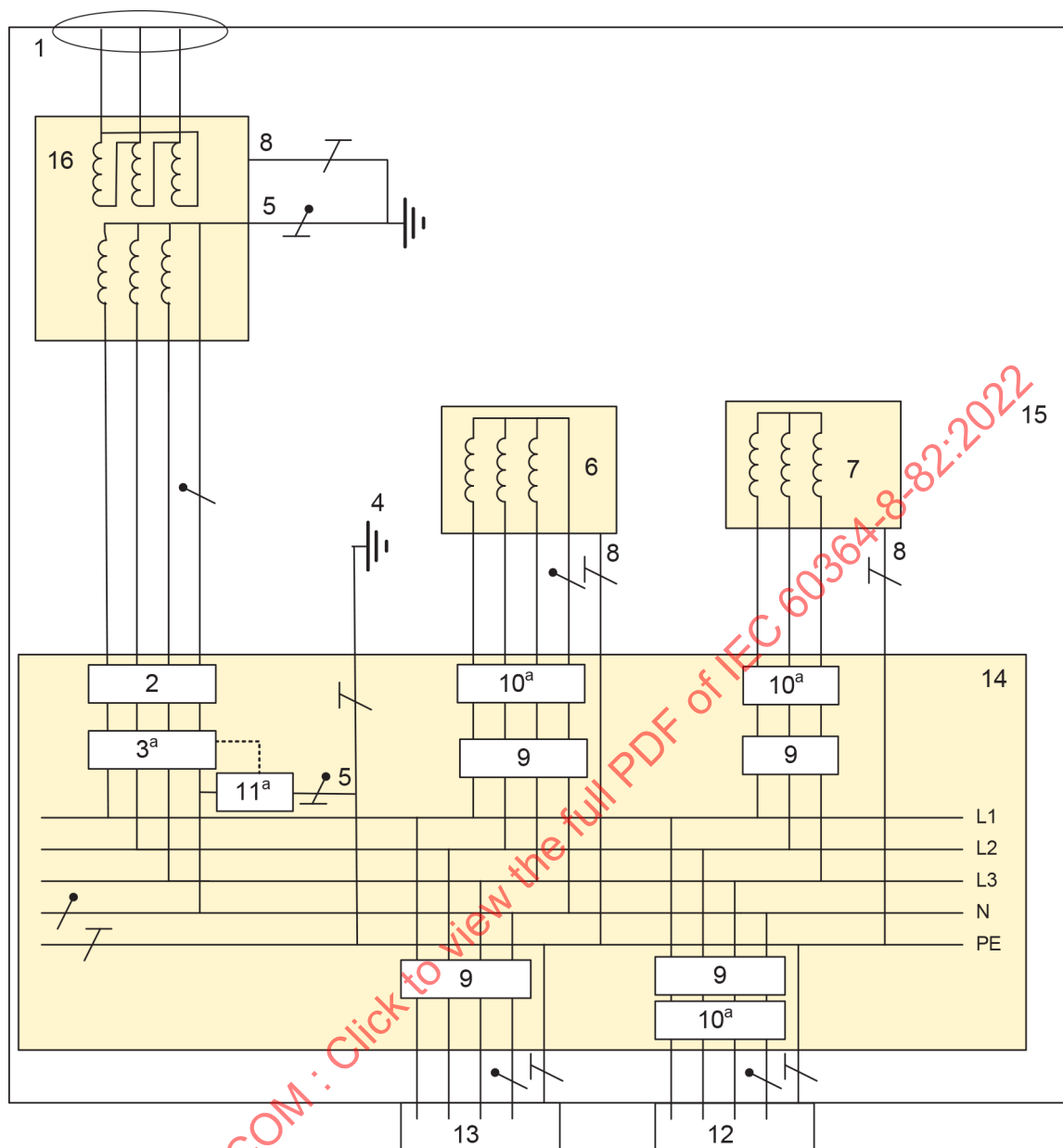
NOTE 2 Lorsque l'installation BT est alimentée par un générateur avec point neutre mis à la terre comme alimentation alternative au réseau de distribution HT, les exigences s'appliquent avec le générateur de la même façon qu'avec un transformateur.

Un SDFI conforme au 82.6.3.4 doit déconnecter tous les conducteurs actifs, y compris le neutre du côté BT du transformateur HT/BT.

Le type de mise à la terre du réseau de la PEI en mode réseau séparé peut être un système TN, TT ou IT, en fonction des éléments suivants:

- si la PEI comprend plusieurs prises de terre sans interconnexion, un système TN ne doit pas être choisi pour le mode réseau séparé;
- pour les systèmes TN, TT et IT avec impédance ou point neutre artificiel, un appareil de connexion du conducteur de référence du système doit être installé du côté PEI du SDFI, conformément au 82.8.2.2.4;
- dans les systèmes TN, TT et IT, les exigences relatives à l'installation de mise à la terre et au dispositif de protection du 82.8.2.2.5, du 82.8.2.2.6 et du 82.8.2.2.7 s'appliquent respectivement;
- le système IT conçu pour ne pas se déconnecter en cas de premier défaut ne doit être appliqué que dans des installations utilisées par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) (voir également l'IEC 60364-5-53: 2019, 537.2.1).

Dans un système TN, la liaison neutre-terre du transformateur peut être utilisée pour la connexion neutre-terre, auquel cas le SDFI ne doit pas déconnecter le neutre. Cette solution n'est pas recommandée, car une perturbation du réseau HT (surtension) peut toujours compromettre la PEI en mode réseau séparé, et la réalisation d'opérations de maintenance sur le transformateur n'est pas possible lors du fonctionnement en réseau séparé. Dans le cas d'un type TN de mise à la terre du réseau, il est recommandé de connecter le conducteur de référence du système à la terre d'un côté PEI du SDFI (voir 82.8.2.2.3.3). Un système TN-C entre le transformateur HT/BT et le tableau de répartition principal peut également être utilisé (voir Figure 8).



IEC

Légende

- 1 point de connexion (POC) avec le DSO
 - 2 dispositif principal de protection contre les surintensités (OCPD)
 - 3 appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI) combiné à l'appareil de connexion du conducteur de référence du système (11)
 - 4 prise de terre locale
 - 5 conducteur de référence du système
 - 6 source locale (générateur rotatif ou convertisseur maître)
 - 7 source locale sans neutre
 - 8 conducteur de protection pour la partie conductrice exposée de la source locale
 - 9 dispositif de protection contre les surintensités adapté au sectionnement (éventuellement combiné à un DDR)
 - 10 appareil de connexion
 - 11 appareil de connexion du conducteur de référence du système combiné au SDFI (3)
 - 12 charges délestables
 - 13 charges non délestables
 - 14 tableau de répartition principal
 - 15 PEI
 - 16 transformateur HT/BT
- ^a Ces dispositifs sont commandés par l'EEMS.

**Figure 8 – Exemple d'installation de PEI avec mise à la terre du neutre
côté transformateur HT/BT: TT en mode connecté, TN en mode réseau séparé
(comme installation de mise à la terre unique dans l'installation)**

82.8.2.2.3.3 PEI avec conducteur de référence du système du côté PEI du SDFI

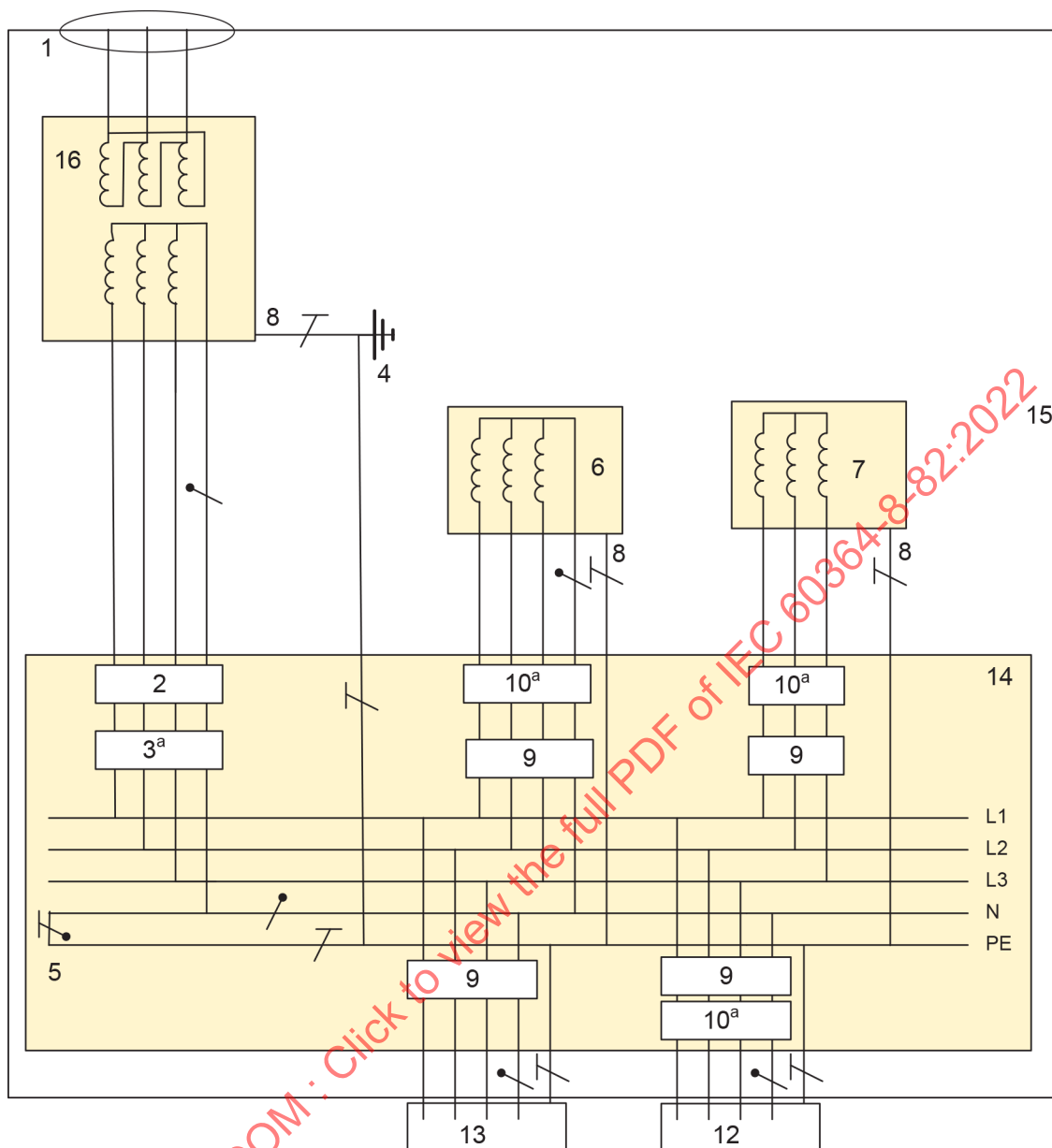
Cette disposition est recommandée pour les PEI, car elle permet d'avoir une liaison neutre-terre permanente unique (avec ou sans impédance).

Un SDFI doit déconnecter tous les conducteurs actifs (y compris le neutre du côté BT du transformateur HT/BT).

Le type de mise à la terre du réseau de la PEI en mode réseau séparé doit être le même qu'en mode connecté (voir Figure 9).

Dans les systèmes TN, TT et IT, les exigences relatives à l'installation de mise à la terre et au dispositif de protection du 82.8.2.2.5, du 82.8.2.2.6 et du 82.8.2.2.7 s'appliquent respectivement.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-82:2022



IEC

Légende

- 1 point de connexion (POC) avec le DSO
 - 2 dispositif principal de protection contre les surintensités (OCPD)
 - 3 appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI)
 - 4 prise de terre locale
 - 5 conducteur de référence du système
 - 6 source locale (générateur rotatif ou convertisseur maître)
 - 7 source locale sans neutre
 - 8 conducteur de protection pour la partie conductrice exposée de la source locale
 - 9 dispositif de protection contre les surintensités adapté au sectionnement (éventuellement combiné à un DDR)
 - 10 appareil de connexion
 - 11 vacant
 - 12 charges délestables
 - 13 charges non délestables
 - 14 tableau de répartition principal
 - 15 PEI
 - 16 transformateur HT/BT
- ^a Ces dispositifs sont commandés par l'EEMS.

**Figure 9 – Exemple d'installation de PEI en TN-S
avec neutre mis à la terre en permanence du côté PEI**

82.8.2.2.4 Appareil de connexion du conducteur de référence du système

82.8.2.2.4.1 Généralités

Lorsque le type de mise à la terre du réseau l'exige, l'appareil de connexion du conducteur de référence du système doit satisfaire aux exigences suivantes.

82.8.2.2.4.2 Caractéristiques de l'appareil de connexion du conducteur de référence du système

Cet appareil doit être connecté entre le conducteur de référence du système et l'installation de mise à la terre locale de l'installation, selon le type de mise à la terre du réseau choisi. Le conducteur de référence du système est connecté au point neutre ou au point milieu, le cas échéant, ou à un conducteur à une ligne.

L'installation de mise à la terre nécessaire au fonctionnement de la PEI en mode réseau séparé doit être connectée à une prise de terre locale. De plus, celle du réseau de distribution du DSO peut également être utilisée.

La déconnexion du conducteur utilisé pour la connexion à l'installation de mise à la terre doit satisfaire aux exigences de sectionnement du 536.2 de l'IEC 60364-5-53:2019.

Cet appareil et le conducteur de référence du système doivent être capables d'établir et de supporter le courant susceptible de les traverser en fonctionnement normal et en cas de défaut. Le conducteur de référence du système doit être choisi selon les règles du 542.3 de l'IEC 60364-5-54:2011.

Cet appareil doit être combiné à un SDFI afin de s'assurer que le conducteur de référence du système est connecté à l'installation de mise à la terre locale lorsque la PEI est séparée du réseau de distribution, et que le conducteur de référence du système est déconnecté de l'installation de mise à la terre locale lorsque la PEI est connectée au réseau.

NOTE Les deux fonctions peuvent être réalisées par un même appareil.

Il convient de placer cet appareil à proximité de l'appareil de connexion utilisé pour le passage en réseau séparé. Une interconnexion mécanique avec l'appareil de connexion utilisé pour le passage en réseau séparé est préférentielle. Lorsque les alimentations locales du prosommateur ne sont pas situées à proximité du point de connexion au réseau de distribution, une interconnexion électrique peut être acceptée.

En mode réseau séparé, si l'appareil de connexion du conducteur de référence du système est ouvert, toutes les alimentations électriques locales doivent être déconnectées de la PEI.

Le fonctionnement sans référence au système à la terre est accepté pendant une courte période (en général moins de 5 s) en cas de passage du mode réseau séparé au mode connecté et/ou du mode connecté au mode réseau séparé sans interruption de l'alimentation.

Des dispositions doivent être prises pour empêcher l'ouverture involontaire et/ou non autorisée de cet appareil. Pour ce faire, l'appareil peut être placé dans une armoire verrouillée à l'aide d'une clé ou d'un outil, à moins qu'il se trouve dans un endroit auquel seules les personnes qualifiées ou averties peuvent avoir accès.

82.8.2.2.4.3 Emplacement de l'appareil de connexion du conducteur de référence du système

Lorsque la PEI ne comprend qu'une seule alimentation locale, la mise à la terre du conducteur de référence du système peut être effectuée à l'emplacement de l'alimentation.

Lorsque la PEI comprend plusieurs alimentations locales qui fonctionnent en parallèle, la mise à la terre du conducteur de référence du système doit être commune à toutes les alimentations.

Il est recommandé de connecter toutes les alimentations au même tableau de répartition, y compris le SDFI et l'appareil de connexion du conducteur de référence du système. Pour les installations de grande taille étendues, il convient de diviser l'installation globale en plusieurs PEI.

NOTE Dans certains pays, l'accessibilité au DSO est exigée pour le SDFI (contrôle et/ou état du SDFI).

82.8.2.2.5 Mode réseau séparé dans un système TN

Une prise de terre locale doit être installée.

Lorsqu'un appareil de connexion du conducteur de référence du système est nécessaire, il doit connecter le conducteur de référence à la terre par l'intermédiaire de la borne principale de terre et de la prise de terre locale. Toutes les parties conductrices exposées de l'installation doivent être connectées à la même borne de terre (conformément à l'IEC 60364-4-41:2005, 411.4.2 et à l'IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 411.4.2).

Etant donné que le système est conçu pour fonctionner en mode connecté avec plusieurs sources, l'IEC 60364-1:2005, 312.2.1.2 s'applique. Un seul conducteur de référence du système entre le neutre et la terre existe en mode connecté et en mode réseau séparé.

Les caractéristiques des dispositifs de protection et les impédances des circuits doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60364-4-41:2005, 411.4.4 et de l'IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 411.4.4.

L'impédance de source à prendre en compte pour le calcul de l'impédance de boucle de défaut doit correspondre aux alimentations électriques locales les moins puissantes capables de fonctionner en mode réseau séparé.

Dans une PEI qui peut fonctionner avec des alimentations électriques locales qui reposent sur un convertisseur électronique de puissance dont la capacité à fournir un courant de défaut est limitée:

- la déconnexion automatique de l'alimentation en cas de défaut ne peut pas être assurée dans tous les cas en s'appuyant uniquement sur une protection contre les surintensités;
- des DDR doivent être utilisés pour respecter le temps de coupure (voir l'IEC 60364-4-41:2005, Tableau 41.1). En particulier, lorsque la liaison neutre-terre est réalisée au niveau du tableau de répartition principal, un DDR situé sur la liaison neutre-terre doit déconnecter toutes les sources d'énergie locales (voir Figure 10);
- un système TN-C ne doit pas être appliqué.

NOTE S'il n'existe qu'une seule source, y compris un appareil de connexion du conducteur de référence du système, le DDR peut être placé sur le circuit entre cette source et le reste de l'installation.

Pour assurer le bon fonctionnement de l'installation en mode réseau séparé, il convient de prendre en considération la division des circuits et la sélectivité des DDR.

Pour les alimentations électriques qui reposent sur un convertisseur électronique de puissance, sans instruction du fabricant, l'impédance du convertisseur électronique de puissance (PEC, *Electronic Power Converter*) maître peut être calculée comme suit:

$$Z_{\text{PEC}} = 1,2 \times U_o^2 / S_n$$

où:

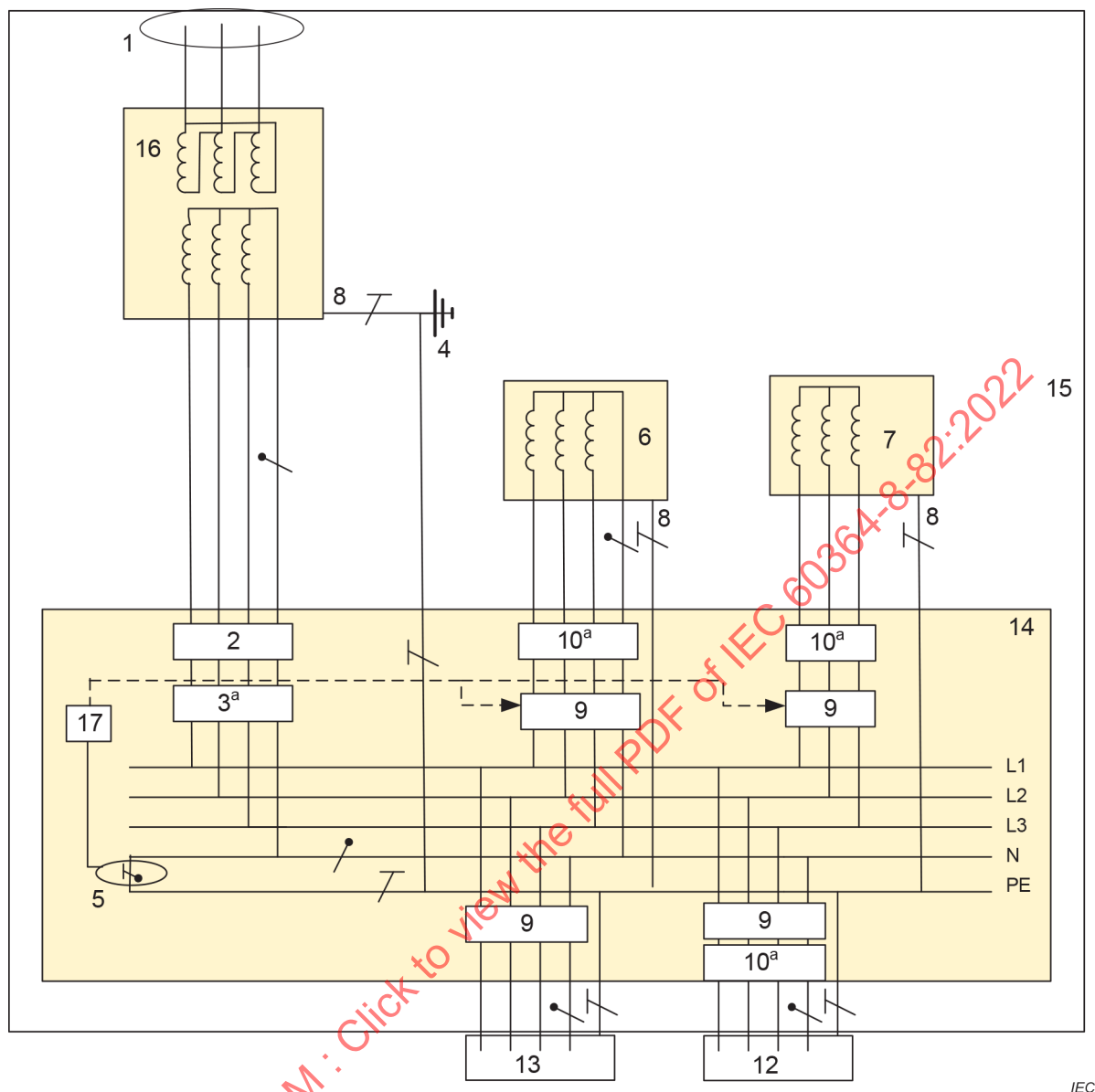
Z_{PEC} est l'impédance, en ohms (Ω), de la source PEC à inclure dans la boucle de défaut;

U_o est la tension nominale entre phases, en volts (V), dans un système en courant alternatif triphasé, la tension entre phases dans un système en courant continu ou la tension phase-neutre dans un système à tension monophasée.

S_n est la puissance assignée, en kVA, du PEC.

EXEMPLE Une unité de stockage maître triphasée de 400 V et 50 kVA peut être caractérisée comme une source de tension présentant une impédance interne de $1,2 \times 400 \times 400 / 50\,000 = 3,84 \, \Omega$ capable de fournir un courant de défaut à la terre de 60 A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-82:2022



IEC

Légende

- 1 point de connexion (POC) avec le DSO
- 2 dispositif principal de protection contre les surintensités (OCPD)
- 3 appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI)
- 4 prise de terre locale
- 5 conducteur de référence du système
- 6 source locale (générateur rotatif ou convertisseur maître)
- 7 source locale sans neutre
- 8 conducteur de protection pour la partie conductrice exposée de la source locale
- 9 dispositif de protection contre les surintensités adapté au sectionnement (éventuellement combiné à un DDR)
- 10 appareil de connexion
- 11 vacant
- 12 charges délestables
- 13 charges non délestables
- 14 tableau de répartition principal
- 15 PEI
- 16 transformateur HT/BT
- 17 DDR modulaire qui déconnecte toutes les alimentations locales de la PEI en cas de défaut
- ^a Ces dispositifs sont commandés par l'EEMS.

Figure 10 – Exemple d'installation de PEI en TN-S avec neutre mis à la terre en permanence du côté PEI avec DDR sur le conducteur de référence du système

82.8.2.2.6 Mode réseau séparé dans un système TT

Lorsqu'un appareil de connexion du conducteur de référence du système est nécessaire, il doit connecter le conducteur de référence du système à une prise de terre locale, comme cela est spécifié dans l'IEC 60364-4-41:2005, 411.5.1.

Lorsqu'un dispositif de protection à courant différentiel résiduel (DDR) est utilisé pour la protection en cas de défaut, les exigences de l'IEC 60364-4-41:2005, 411.5.3 doivent être respectées en fonction de la valeur de la résistance de la prise de terre locale.

Lorsqu'un dispositif de protection contre les surintensités est utilisé pour la protection en cas de défaut, les exigences de l'IEC 60364-4-41:2005, 411.5.4, et de l'IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 411.5.4 doivent être respectées.

L'impédance de source à prendre en compte pour le calcul de l'impédance de boucle de défaut doit correspondre aux alimentations électriques locales les moins puissantes capables de fonctionner en mode réseau séparé.

Lorsqu'une liaison neutre-terre est réalisée au niveau du tableau de répartition principal, un DDR situé sur la liaison neutre-terre doit déconnecter toutes les sources d'énergie locales.

Pour assurer le bon fonctionnement de l'installation en mode réseau séparé, la division des circuits et la sélectivité du DDR doivent être prises en considération.

Pour les alimentations électriques qui reposent sur un convertisseur électronique de puissance, sans instruction du fabricant, l'impédance du convertisseur électronique de puissance (EPC) maître doit être calculée comme cela est décrit en 82.8.2.2.5.

82.8.2.2.7 Mode réseau séparé dans un système IT

Lorsqu'un système IT est choisi pour le mode réseau séparé, les exigences de l'IEC 60364-4-41:2005, 411.6 et de l'IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 411.6 s'appliquent.

NOTE 1 Dans un système IT, les parties suivantes de la série IEC 60364 doivent également être prises en considération: l'IEC 60364-4-43:2008, 431.2.2, l'IEC 60364-4-44:2007, 442.4, l'IEC 60364-5-53:2019, Article 531 et l'IEC 60364-5-53:2019/AMD1:2020, Article 531, ainsi que l'IEC 60364-5-53:2019, Article 537.

Un contrôleur permanent d'isolement doit être prévu pour indiquer l'apparition d'un premier défaut entre une partie active et des parties conductrices exposées ou la terre (voir la Figure 11). Ce dispositif doit déclencher un signal sonore et/ou visuel qui doit durer tant que le défaut persiste. En présence de signaux sonores et visibles, il est admis d'annuler le signal sonore.

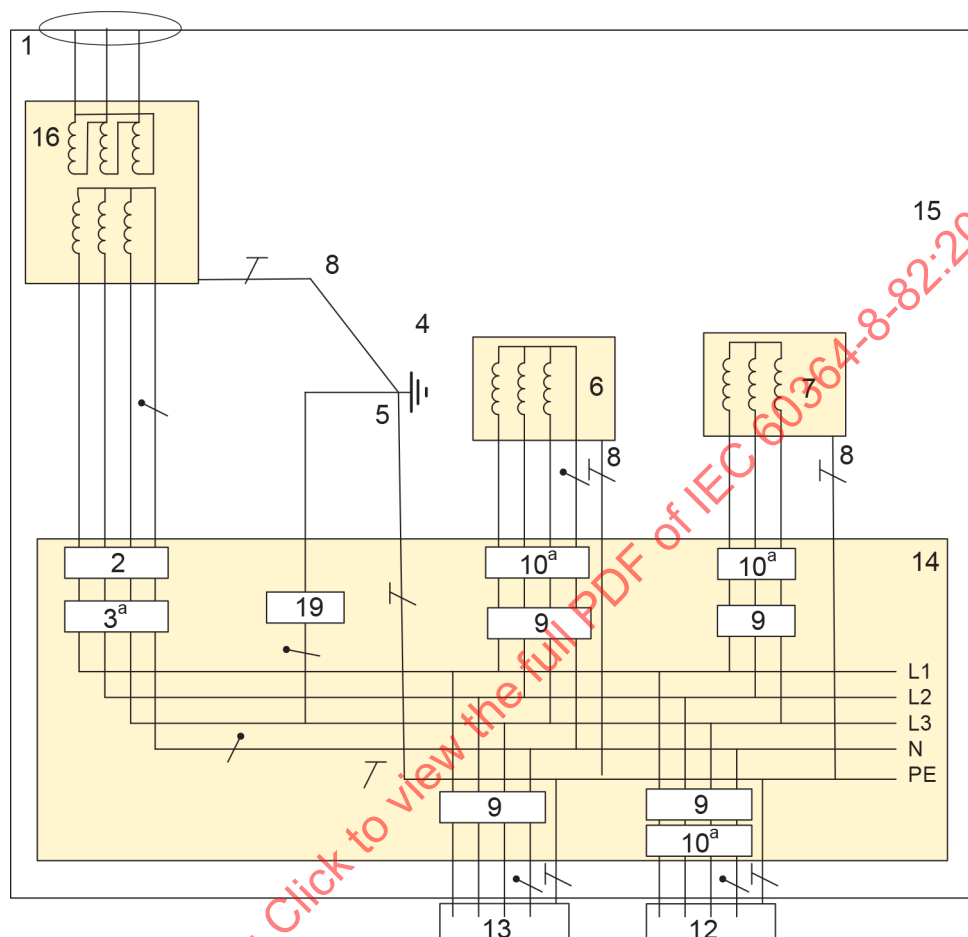
Il est recommandé d'éliminer le premier défaut dans le délai le plus court possible (en général moins de 2 h). Par conséquent, un système de localisation de défauts d'isolement peut être utilisé afin de localiser rapidement le défaut avant l'apparition d'un second défaut.

NOTE 2 Les exigences relatives à la surveillance sont spécifiées dans l'IEC 60364-5-53:2019, Article 537.

La condition de déconnexion automatique de l'alimentation en cas de second défaut doit être vérifiée conformément à l'IEC 60364-4-41:2005, 411.6.4 en fonction de l'impédance de l'alimentation locale. Pour les alimentations électriques qui reposent sur un convertisseur électronique de puissance, sans instruction du fabricant, l'impédance du convertisseur électronique de puissance (PEC) maître doit être calculée comme cela est décrit en 82.8.2.2.5. Pour un système IT avec un point neutre artificiel, une déconnexion automatique de l'alimentation peut être utilisée pour éliminer le premier défaut; le contrôleur permanent d'isolement n'est alors pas obligatoire.

Pour un système IT avec point neutre artificiel, les exigences qui s'appliquent à l'appareil de connexion du conducteur de référence du système doivent s'appliquer à l'appareil de connexion du transformateur qui crée le point neutre artificiel (voir Figure 12).

Pour un système IT avec point neutre artificiel, l'appareil de connexion du conducteur de référence du système doit être installé entre les conducteurs de ligne et le point neutre artificiel.

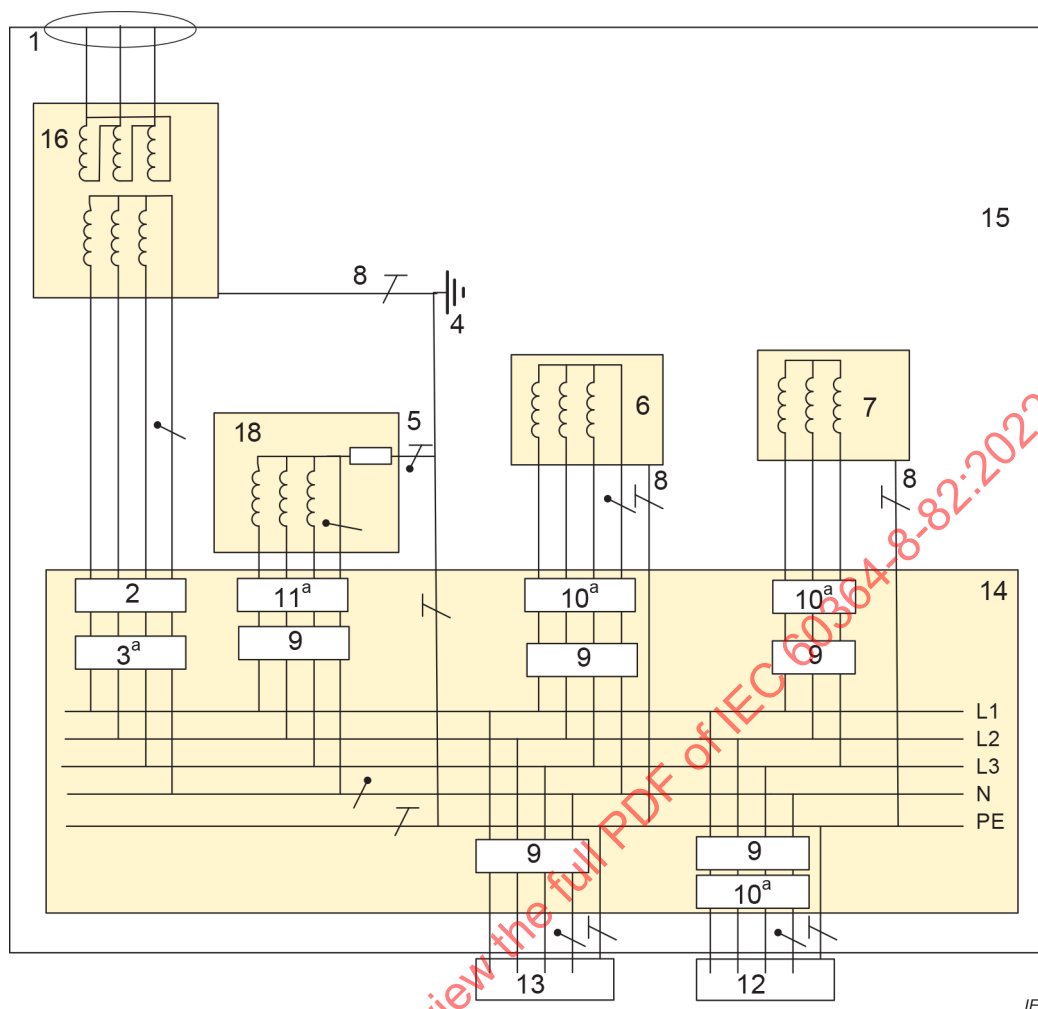


IEC

Légende

- 1 point de connexion (POC) avec le DSO
 - 2 dispositif principal de protection contre les surintensités (OCPD)
 - 3 appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI)
 - 4 prise de terre locale
 - 5 conducteur de référence du système
 - 6 source locale avec neutre (générateur rotatif ou convertisseur maître)
 - 7 source locale sans neutre
 - 8 conducteur de protection pour la partie conductrice exposée de la source locale
 - 9 dispositif de protection contre les surintensités adapté au sectionnement (éventuellement combiné à un DDR)
 - 10 appareil de connexion
 - 11 vacant
 - 12 charges délestables
 - 13 charges non délestables
 - 14 tableau de répartition principal
 - 15 PEI
 - 16 transformateur HT/BT
 - 17 vacant
 - 18 vacant
 - 19 contrôleur permanent d'isolement
- ^a Ces dispositifs sont commandés par l'EEMS.

Figure 11 – Exemple de PEI dans un système IT en mode réseau séparé



IEC

Légende

- 1 point de connexion (POC) avec le DSO
 - 2 dispositif principal de protection contre les surintensités (OCPD)
 - 3 appareil de connexion pour le passage en réseau séparé (SDFI)
 - 4 prise de terre locale
 - 5 conducteur de référence du système
 - 6 source locale (générateur rotatif ou convertisseur maître)
 - 7 source locale sans neutre
 - 8 conducteur de protection pour la partie conductrice exposée de la source locale
 - 9 dispositif de protection contre les surintensités adapté au sectionnement (éventuellement combiné à un DDR)
 - 10 appareil de connexion
 - 11 appareil de connexion pour le point neutre artificiel
 - 12 charges délestables
 - 13 charges non délestables
 - 14 tableau de répartition principal
 - 15 PEI
 - 16 transformateur HT/BT
 - 17 vacant
 - 18 point neutre artificiel (transformateur connecté en triangle-étoile ou en zigzag, par exemple)
- ^a Ces dispositifs sont commandés par l'EEMS.

Figure 12 – Exemple de PEI dans un système IT en mode réseau séparé avec déconnexion automatique de l'alimentation

82.8.2.3 Convertisseur alternatif/continu bidirectionnel (extrémité avant active)

En ce qui concerne les mesures de protection à mettre en œuvre dans une PEI avec des sous-ensembles en courant alternatif et en courant continu (voir Figure 2), et plus particulièrement en ce qui concerne la protection du côté courant alternatif contre les défauts à la terre du côté courant continu, deux situations se produisent en fonction de la configuration entre le côté courant alternatif et le côté courant continu de l'installation.

- L'installation fournit au moins une séparation simple entre le côté courant alternatif et le côté courant continu:

Cette isolation est assurée par les enroulements séparés d'un transformateur ou repose sur l'isolation fournie par le convertisseur. Dans ce dernier cas, les instructions du fabricant doivent indiquer que le convertisseur fournit au moins une séparation simple entre le côté courant alternatif et le côté courant continu.

Un système de mise à la terre spécifique et des mesures de protection associées doivent être mis en œuvre sur la partie courant continu, mais aucune mesure supplémentaire n'est exigée sur le côté courant alternatif pour assurer la protection contre les défauts entre phase et terre du côté courant continu.

- L'installation ne fournit pas de séparation entre le côté courant alternatif et le côté courant continu:

Un DDR doit protéger le côté courant alternatif contre les défauts entre phase et terre du côté courant continu.

Le DDR doit être de type B conformément à l'IEC 62423 pour les interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel, à l'Annexe B de l'IEC 60947-2:2016 pour les disjoncteurs comportant une protection contre les courants résiduels ou à l'Annexe M pour les dispositifs modulaires à courant différentiel résiduel, et à l'Annexe B ou à l'Annexe M de l'IEC 60947-2:2016/AMD1:2019.

En cas de défaut entre phase et terre du côté courant continu, deux possibilités se présentent:

- la partie courant continu est conçue pour fonctionner dans un système IT, et des mesures de protection adéquates sont mises en œuvre (voir l'IEC 60364-4-41:2005, 411.6 et l'IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 411.6);
- la partie courant continu n'est pas conçue pour fonctionner dans un système IT, et toutes les alimentations locales qui alimentent cette partie en courant continu doivent être déconnectées.

En l'absence de séparation entre le côté courant alternatif et le côté courant continu, les courants continus du côté courant continu ont une incidence sur le côté courant alternatif (saturation des transformateurs, corrosion, problèmes de mise à la terre, CEM, sélectivité des défauts du côté courant alternatif au côté courant continu et inversement, fonctionnement du DDR du côté courant alternatif, etc.) et inversement.

82.8.3 Protection contre les effets thermiques

Les exigences de l'IEC 60364-4-42 s'appliquent aux PEI.

Afin d'assurer une protection contre les incendies en cas de défaut dans l'installation, tout courant de défaut qui résulte d'un court-circuit doit être éliminé dans un délai de 5 s, sauf pour les courants de défaut qui résultent d'un premier défaut à la terre dans une installation IT.

Dans la plupart des cas, la protection est assurée par le dispositif de protection contre les surintensités. La protection contre les surintensités ne protège pas contre les incendies dans un PEI qui peut fonctionner avec des alimentations électriques locales qui reposent sur un convertisseur électronique de puissance dont la capacité à fournir un courant de défaut est limitée. Des mesures complémentaires doivent être prévues.

NOTE Les relais à minimum de tension ou une combinaison de relais à minimum de tension et de protections contre les surintensités sont des exemples de solutions possibles.

Dans la mesure où la PEI peut comporter des batteries, ce type de matériel doit être pris en considération en ce qui concerne la prévention contre les incendies (voir l'IEC 60364-5-57).

82.8.4 Protection contre les surintensités

82.8.4.1 Amplitude de la surintensité

Les courants de surcharge et de court-circuit doivent être déterminés à chaque point de la PEI où doit être installé un dispositif de protection:

- pour toutes les configurations possibles de chaque type de PEI; et
- pour les situations qui correspondent aux amplitudes de courant minimale et maximale.

Afin de satisfaire aux exigences de l'IEC 60364-4-43 dans toutes les situations, les points suivants doivent être pris en considération:

- le mode de fonctionnement a une incidence sur l'amplitude et la direction de la surintensité. Pour une PEI séparable, le courant de court-circuit a une amplitude et éventuellement une direction différentes lorsque la PEI est connectée ou intentionnellement en mode réseau séparé. Le court-circuit peut être alimenté par chaque source. Les cellules photovoltaïques solaires sont considérées comme des sources d'énergie de mode courant avec un courant de court-circuit proche du courant maximal en fonctionnement normal. Par conséquent, la détection d'un court-circuit alimenté uniquement par une telle source locale peut être difficile en utilisant seulement des dispositifs de protection contre les surintensités et doit exiger des moyens complémentaires;
- lorsqu'un système de batteries est connecté en parallèle au système photovoltaïque solaire, le courant de court-circuit peut être plus élevé.

Le choix des dispositifs de protection contre les surintensités doit tenir compte des éléments suivants:

- le niveau de court-circuit maximal (mode connecté, en général) pour le choix du pouvoir de coupure; et
- le niveau de court-circuit minimal (mode réseau séparé, en général) pour les réglages des caractéristiques de déclenchement du dispositif de protection contre les courts-circuits dans chaque mode destiné à être utilisé.

82.8.4.2 Emplacement des dispositifs de protection contre les surintensités

Conformément à l'IEC 60364-5-53:2019, 533.4.1, les dispositifs exigés par l'IEC 60364-4-43 pour la protection contre les surcharges et/ou contre les courts-circuits doivent être installés à l'origine de chaque circuit, sauf si les exceptions de l'IEC 60364-5-53:2019, 533.4.2 pour la protection contre les surcharges et/ou de l'IEC 60364-5-53:2019, 533.4.3 pour la protection contre les courts-circuits s'appliquent.

Dans une PEI, l'origine d'un circuit qui relie deux sources ou plus (sources locales et/ou DSO) capables de fournir un courant de court-circuit dépend du mode de fonctionnement.

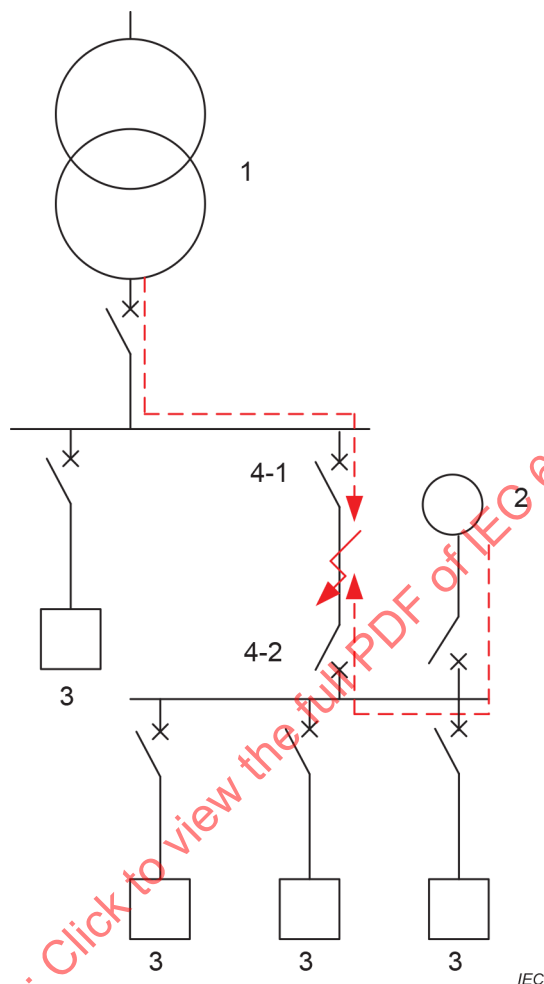
Un tel circuit doit être protégé contre les surcharges et les courts-circuits comme suit:

- le dispositif qui protège le conducteur contre les surcharges peut être connecté à l'intérieur du circuit conformément au 533.4.2.2 de l'IEC 60364-5-53:2019;
- un dispositif qui protège le conducteur contre les courts-circuits doit être placé à chaque extrémité du circuit.

Le seuil de protection contre les surintensités et la durée de fonctionnement de chaque dispositif de protection doivent être déterminés en fonction du courant de court-circuit présumé délivré par la ou les sources situées sur la même extrémité du circuit (voir Figure 13). Les deux dispositifs doivent être en mesure d'établir et de couper le courant de court-circuit maximal des

deux alimentations possibles. Les deux dispositifs doivent fonctionner pour éliminer un défaut dans les limites du temps de coupure spécifié.

NOTE Certains dispositifs de protection contre les surintensités avec des bornes de ligne et de charge identifiées (un disjoncteur polarisé, par exemple) ne conviennent pas à ces applications.



Légende

- 1 réseau de distribution
- 2 alimentation électrique locale
- 3 charge
- 4-1 dispositif de protection contre les surintensités (OCPD 1)
- 4-2 dispositif de protection contre les surintensités (OCPD 2)

Figure 13 – Exemple de double protection contre les courts-circuits pour le même circuit

Il est recommandé de connecter les alimentations électriques locales et les unités de stockage locales directement au tableau de répartition principal afin d'éviter la possibilité de circuits alimentés par les deux côtés.

82.8.4.3 Protection combinée contre les courts-circuits

Lorsqu'une protection combinée contre les courts-circuits est utilisée dans l'installation électrique conformément à l'IEC 60364-5-53:2019, 535.5, la coordination entre au moins deux dispositifs de protection contre les courts-circuits doit tenir compte de toutes les configurations possibles des alimentations électriques. Cela exige que le concepteur de l'installation tienne compte de tous les courants de court-circuit possibles qui passent par tous les dispositifs de protection contre les courts-circuits, et qu'il vérifie l'efficacité de la coordination entre au moins deux dispositifs de protection contre les courts-circuits, le cas échéant.

NOTE Dans certaines configurations, le courant de court-circuit qui passe par les dispositifs de protection coordonnés peut être différent.

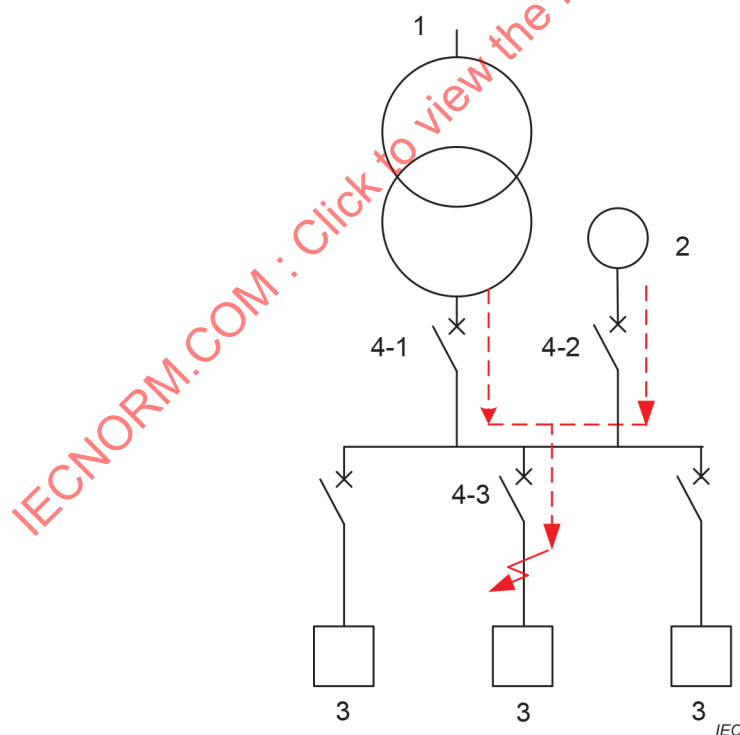
Par conséquent, la protection combinée contre les courts-circuits doit être prise en compte selon toutes les amplitudes de courant de défaut possibles, en fonction:

- de l'emplacement du défaut;
- des différentes combinaisons possibles d'alimentations électriques connectées à la PEI; et
- des différents modes de fonctionnement.

82.8.4.4 Sélectivité entre les dispositifs de protection contre les surintensités

La sélectivité entre les dispositifs de protection contre les surintensités est décrite à l'Article 535 de l'IEC 60364-5-53:2019.

Lorsque des exigences de sélectivité s'appliquent, les caractéristiques des différentes sources d'énergie locales de la PEI et des différents modes de connexion doivent être prises en compte (voir Figure 14).



Légende

- 1 réseau de distribution
- 2 alimentation électrique locale
- 3 charges
- 4-1 dispositif de protection contre les surintensités (OCPD 1)
- 4-2 dispositif de protection contre les surintensités (OCPD 2)
- 4-3 dispositif de protection contre les surintensités (OCPD 3)

Figure 14 – Exemple de sélectivité avec différentes alimentations électriques