

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage electrical installations –
Part 8-1: Functional aspects – Energy efficiency**

**Installations électriques à basse tension –
Partie 8-1: Aspects fonctionnels – Efficacité énergétique**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2019



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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 Central Office
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 online collection - oc.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 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 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 online collection - oc.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 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage electrical installations –
Part 8-1: Functional aspects – Energy efficiency**

**Installations électriques à basse tension –
Partie 8-1: Aspects fonctionnels – Efficacité énergétique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.020.01; 27.015; 91.140.50

ISBN 978-2-8322-9410-9

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

CONTENTS

FOREWORD	6
INTRODUCTION	8
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions and abbreviated terms	10
3.1 General	10
3.2 Electrical energy management	11
3.3 Energy measurement	12
3.4 Sectors of activities	13
3.5 Abbreviated terms	13
4 General	14
4.1 Fundamental principles	14
4.1.1 Safety of the electrical installation	14
4.1.2 Availability of electrical energy and user decision	14
4.1.3 Design principles	14
4.2 Energy efficiency assessment for electrical installations	15
4.2.1 General	15
4.2.2 Action plan following an assessment according to Annex B	15
5 Sectors of activities	15
6 Design requirements and recommendations	15
6.1 General	15
6.2 Determination of load energy profile	16
6.3 Determination of the transformer and switchboard location with the barycentre method	16
6.4 HV/LV substation	16
6.4.1 General	16
6.4.2 Optimum number and location of HV/LV substations	16
6.4.3 Working point of the transformer	17
6.4.4 Efficiency of the transformer	17
6.5 Efficiency of local production and local storage	17
6.6 Losses in the wiring	17
6.6.1 Voltage drop	17
6.6.2 Cross-sectional areas of conductors	17
6.6.3 Power factor correction	18
6.6.4 Reduction of the effects of harmonic currents	18
7 Determination of the zones, usages and meshes	18
7.1 Determining the zones	18
7.2 Determining the usages within the identified zones	19
7.3 Demand response	19
7.4 Determining the meshes	19
7.4.1 General	19
7.4.2 Meshes	20
7.4.3 Criteria for considering meshes	20
7.5 Driving parameters	21
7.5.1 General	21
7.5.2 Occupancy	22

7.5.3	Operating time	22
7.5.4	Environmental conditions	22
7.5.5	Cost of electricity	22
7.6	Impacts on the design of an electrical installation	22
8	Energy efficiency and load management system	22
8.1	General	22
8.2	User specification	23
8.2.1	General	23
8.2.2	Requirements on the loads	23
8.2.3	Requirements on the supplies	23
8.3	Inputs from loads, sensors and forecasts	24
8.3.1	General	24
8.3.2	Communication	28
8.3.3	Data logging	29
8.3.4	Loads	29
8.3.5	Forecasts	31
8.4	Inputs from the supplies: energy availability and pricing	31
8.5	Monitoring the performance of the electrical installation	31
8.6	Management of loads through meshes	31
8.6.1	General	31
8.6.2	Electrical energy management system (EEMS)	31
8.7	Multi-supply source management: grid, local electricity production and storage	32
9	Maintenance and enhancement of the performance of the installation	32
9.1	Methodology	32
9.2	Installation life cycle methodology	34
9.3	Energy efficiency life cycle	34
9.3.1	General	34
9.3.2	Performance maintenance programme	34
9.3.3	Verification	35
9.4	Data management	35
9.5	Maintenance	35
10	Parameters for implementation of efficiency measures	35
10.1	General	35
10.2	Efficiency measures	35
10.2.1	Current-using-equipment	35
10.2.2	Electrical installation	37
10.2.3	Implementation of management systems	38
10.2.4	Local power supply	40
11	Energy efficiency actions	41
Annex A (informative)	Determination of transformer and switchboard location using the barycentre method	42
A.1	Barycentre method	42
A.2	Total load barycentre	45
A.2.1	General	45
A.2.2	Sub-distribution board locations	46
A.2.3	Iterative process	46
A.3	Method of average route length	46

Annex B (normative) Method to assess the energy efficiency of an electrical installation	49
B.1 General.....	49
B.2 Electrical installation efficiency classes.....	49
B.3 Determination of the electrical installation efficiency class	49
B.3.1 General	49
B.3.2 Industrial, commercial buildings and infrastructures.....	50
B.3.3 Residential	64
Annex C (informative) List of notes concerning certain countries	70
Bibliography.....	71
Figure 1 – Energy efficiency and load management system overview	23
Figure 2 – Electrical distribution scheme.....	26
Figure 3 – Example of measurement equipment selection in an installation.....	28
Figure 4 – Iterative process for electrical energy efficiency management.....	33
Figure A.1 – Example 1: floor plan of production plant with the planned loads and calculated barycentre.....	44
Figure A.2 – Example 2: barycentre calculated	45
Figure A.3 – Example of location of the barycentre in an industrial building	46
Figure A.4 – Example of location of the barycentre using the average route length method	48
Figure B.1 – Level of efficiency of the electrical installation efficiency classes	49
Table 1 – Measurement applications.....	25
Table 2 – Overview of the needs for power metering and monitoring.....	26
Table 3 – Process for electrical energy efficiency management and responsibilities.....	33
Table A.1 – Cable length for supply of DB.....	47
Table B.1 – Electrical installation efficiency classes.....	50
Table B.2 – Energy efficiency measures	51
Table B.3 – Determination of energy consumption: coverage	52
Table B.4 – Main substation: consumption	52
Table B.5 – Main substation: location.....	53
Table B.6 – Voltage drop	53
Table B.7 – Efficiency of transformer	54
Table B.8 – Efficiency of fixed installed current using equipment	55
Table B.9 – Zones	55
Table B.10 – Usages	56
Table B.11 – Demand response: coverage.....	56
Table B.12 – Demand response: duration	56
Table B.13 – Meshes	57
Table B.14 – Measurement by usages	58
Table B.15 – Occupancy coverage.....	58
Table B.16 – Occupancy measurement.....	58
Table B.17 – Energy management system (EEMS)	59
Table B.18 – HVAC control	59

Table B.19 – Lighting control	60
Table B.20 – Performance maintenance process	60
Table B.21 – Frequency of the performance verification process.....	60
Table B.22 – Data management.....	61
Table B.23 – Working point of transformer	61
Table B.24 – Presence of continuous monitoring for large energy using systems	62
Table B.25 – Power factor.....	62
Table B.26 – THD_U	63
Table B.27 – THD_I	63
Table B.28 – Renewable energy	64
Table B.29 – Electrical energy storage.....	64
Table B.30 – Energy efficiency measures parameters	65
Table B.31 – Determination of energy consumption	65
Table B.32 – Zones.....	66
Table B.33 – Demand response coverage.....	66
Table B.34 – Meshes	67
Table B.35 – HVAC control	67
Table B.36 – Lighting control	68
Table B.37 – Measurement by usage	68
Table B.38 – Renewable energy	69
Table B.39 – Electrical energy storage.....	69
Table C.1 – Notes concerning certain countries	70

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2019

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATIONS –**Part 8-1: Functional aspects – Energy efficiency****FOREWORD**

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

International Standard IEC 60364-8-1 has been prepared by IEC technical committee 64: Electrical installations and protection against electric shock.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2014. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) revision of Annex B;
- b) revision of 4.2: Energy efficiency assessment for electrical installations;
- c) update of 8.3: Input from loads, sensors and forecasts;
- d) introduction of new definitions.

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

FDIS	Report on voting
64/2353/FDIS	64/2360/RVD

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

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

It has the status of a group energy efficiency publication in accordance with IEC Guide 118 and IEC Guide 119.

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

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

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

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

The contents of the corrigendum of May 2019 have been included in this copy.

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

INTRODUCTION

The optimization of electrical energy usage can be facilitated by appropriate design and installation considerations. An electrical installation can provide the required level of service and safety for the lowest electrical consumption. This is considered by designers as a general requirement of their design procedures in order to establish the best use of electrical energy. In addition to the many parameters taken into account in the design of electrical installations, more importance is nowadays focused on reducing losses within the system and its use. The design of the whole installation has therefore to take into account inputs from users, suppliers and utilities.

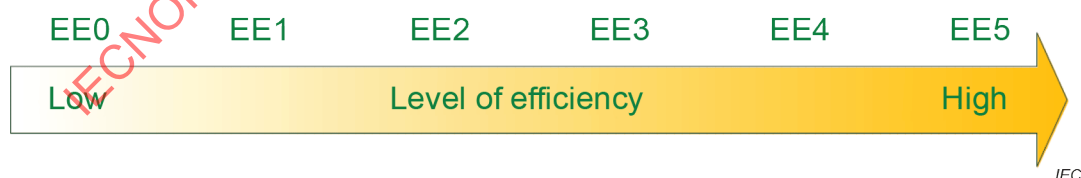
It is important that this document covers existing electrical installations in buildings, in addition to new installations. It is in the refurbishment of existing buildings that significant overall improvements in energy efficiency can be achieved.

The optimization of the use of electricity is based on energy efficiency management which is based on the price of electricity, electrical consumption and real-time adaptation. Efficiency is checked by measurement during the whole life of the electrical installation. This helps identify opportunities for any improvements and corrections. Improvements and corrections may be implemented by redesign or equipment replacement. The aim is to provide a design for an efficient electrical installation which allows an energy management process to suit the user's needs, and in accordance with an acceptable investment. This document first introduces the different measures to ensure an energy efficient installation based on kWh saving. It then provides guidance on giving priority to the measures depending on the return of investment; i.e. the saving of electrical energy and reducing of electrical power costs divided by the amount of investment.

This document is intended to provide requirements and recommendations for the electrical part of the energy management system addressed by ISO 50001.

It introduces requirements, recommendations and methods for the design and the energy efficiency assessment of an electrical installation within the framework of an energy efficiency management approach in order to get the best permanent functionally equivalent service for the lowest electrical energy consumption and the most acceptable energy availability and economic balance.

The assessment method described in Annex B based on the electrical energy efficiency of the installation allows a classification of energy efficiency installation according to the following levels:



NOTE Account can be taken, if appropriate, of induced works (civil works, compartmentalization) and the necessity to expect, or not, the modifiability of the installation.

This document introduces requirements and recommendations to design the adequate installation in order to give the ability to improve the management of the energy performance of the installation by the tenant/user or for example the energy manager.

All requirements and recommendations of this part of IEC 60364 enhance the requirements contained in Parts 1 to 7 of the IEC 60364 series.

LOW-VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATIONS –

Part 8-1: Functional aspects – Energy efficiency

1 Scope

This part of IEC 60364 provides additional requirements, measures and recommendations for the design, erection, operation and verification of all types of low voltage electrical installation including local production and storage of energy for optimizing the overall efficient use of electricity.

It introduces requirements, recommendations and methods for the design and the energy efficiency (EE) assessment of an electrical installation within the framework of an energy efficiency management approach in order to get the best permanent functionally equivalent service for the lowest electrical energy consumption and the most acceptable energy availability and economic balance.

These requirements, recommendations and methods apply, within the scope of IEC 60364 (all parts), for new installations and modification of existing installations.

This document is applicable to the electrical installation of a building or system and does not apply to products. The energy efficiency of products and their operational requirements are covered by the relevant product standards.

Where another standard provides specific requirements for a particular system or installation application (e.g. manufacturing system covered by ISO 20140 (all parts)), those requirements may supersede this document.

This document does not specifically address building automation systems.

This group energy efficiency publication is primarily intended to be used as an energy efficiency standard for the low voltage electrical installations mentioned in Clause 1, but is also intended to be used by technical committees in the preparation of standards, in accordance with the principles laid down in IEC Guide 119 and IEC Guide 118.

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 61557-12, *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 61869-2, *Instrument transformers – Part 2: Additional requirements for current transformers*

IEC 62053-21, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2)*

IEC 62053-22, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S)*

IEC Guide 118, *Inclusion of energy efficiency aspects in electrotechnical publications*

IEC Guide 119, *Preparation of energy efficiency publications and the use of basic energy efficiency publications and group energy efficiency publications*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

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

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

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

3.1 General

3.1.1

zone

area (or surface) defining a part of an installation

Note 1 to entry: Examples of a zone can be a kitchen of 20 m² or a storage area of 500 m².

3.1.2

current-using equipment

electric equipment intended to convert electric energy into another form of energy, for example light, heat, mechanical energy

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-16-02]

3.1.3

electrical installation

assembly of associated electric equipment having co-ordinated characteristics to fulfil specific purposes

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-10-01]

3.1.4

usage

type of application for which electricity is used

EXAMPLE Lighting, heating.

3.1.5

load energy profile

figure representing the energy consumption (Y-axis) within a period of time (X-axis) based on measurements for a mesh or a group of meshes

EXAMPLE Hourly consumption of energy for a period of a week.

3.1.6

power demand profile

figure representing the power demand (Y-axis) for a given integration period within a period of time (X-axis) based on measurements for a mesh or a group of meshes

3.1.7**electrical energy efficiency****EEE**

system approach for optimizing the efficiency of electricity usage

Note 1 to entry: Energy efficiency improvement measures take into account the following considerations:

- both the consumption (kWh) and the price of electricity;
- technology;
- environmental impact.

3.1.8**mesh**

one or more circuits of the electrical installation for one or more zones including one or more services supplying a group of electrical equipment for the purpose of electrical energy efficiency

3.1.9**active electrical energy efficiency measure**

operational measure, either manually or automatically controlled, for optimizing the energy efficiency of the electrical installation

EXAMPLE Thermostat control, occupancy lighting control, building optimization control systems.

3.1.10**passive electrical energy efficiency measure**

measure for optimizing the energy efficiency of the electrical installation by selection and erection of electrical equipment other than control equipment

EXAMPLE Selection and location of transformer, cross section of cables, routing of wiring system, sub-division of circuits.

3.1.11**electrical installation efficiency class**

defined level of energy efficiency for an electrical installation

Note 1 to entry: See Annex B.

3.1.12**driving parameter**

external factors that affect energy efficiency

EXAMPLE Regulation, environmental conditions, occupancy, energy prices and management requirements, mode of operation, duty cycle, load curves, state, operating, parameters, indoor temperature, lighting levels, production volume.

3.1.13**barycentre method**

procedure to optimize the position of energy source(s) and loads in consideration of energy efficiency

3.1.14**EE assessment**

process to determine the electrical installation efficiency class of an installation

3.2 Electrical energy management**3.2.1****electrical energy management system****EEMS**

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

3.2.2

load shedding

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

3.2.3

demand response

changes in electric usage by end-user customers from their normal consumption patterns in response to changes in the price of electricity over time, or to incentive payments designed to induce lower electricity use at times of high wholesale market prices or when system reliability is jeopardized

3.2.4

user interface

means that allow the user to monitor and/or control the electrical installation, locally or remotely

EXAMPLE Visual or audible signal, local display, remote display, push button.

3.3 Energy measurement

3.3.1

measurement

process of obtaining value(s) that can be attributed to a quantity

3.3.2

monitoring

continuing procedure for the collection and assessment of pertinent information, including measurements, for the purpose of identifying deviations and determining the effectiveness of the plans and procedures

[SOURCE: IEC 60050-881:1983, 881-16-02, modified – Addition of "identifying deviations and"; deletion of "for radiation protection".]

3.3.3

power metering and monitoring device

PMD

combination in one or more devices of several functional modules dedicated to metering and monitoring electrical parameters in energy distribution systems or electrical installations, used for applications such as energy efficiency, power monitoring and network performance

3.3.4

billing

process that allows energy suppliers or their representatives to invoice their customers according to a defined contract

Note 1 to entry: These applications can be covered by international standards, regulations such as MID in Europe or NMI in Australia, and/or utility specifications.

3.3.5

sub-billing

process that allows the property manager to allocate an energy invoice from the energy supplier and charges as appropriate to specific tenants

3.3.6

cost allocation

process that allows a facility manager to account for energy costs from internal cost centres that consume energy

EXAMPLE Process line, test and inspection, administration.

3.3.7**estimation**

process of judging one or more values that can be attributed to a quantity

Note 1 to entry: Estimation by a competent person can provide data of a reasonable accuracy.

3.3.8**forecast**

estimate of the expected value of a parameter at a given future date

3.3.9**total harmonic distortion of the voltage wave**

THD_U

ratio of the RMS value of the harmonic content of an alternating quantity (voltage) to the RMS value of the fundamental component of the quantity (voltage)

3.3.10**total harmonic distortion of the current wave**

THD_I

ratio of the RMS value of the harmonic content of an alternating quantity (current) to the RMS value of the fundamental component of the quantity (current)

3.3.11**degree day**

unit used to determine the heating requirements of buildings, representing a fall of one degree below a specified average outdoor temperature (usually 18 °C) for one day

3.4 Sectors of activities**3.4.1****residential installations**

premises designed and constructed for private habitation and including associated areas

Note 1 to entry: Associated areas include common areas, garages, gardens, pools.

3.4.2**commercial installations**

premises designed and constructed for commercial operations

EXAMPLE Offices, retail, distribution centres, public buildings, banks, hotels, hospitals, schools.

3.4.3**industrial installations**

premises designed and constructed for manufacturing and processing operations

EXAMPLE Factories, workshops.

3.4.4**infrastructure installations**

systems or premises designed and constructed for transport or utility operations

EXAMPLE Airport terminals, port facilities, transport facilities.

3.5 Abbreviated terms

BS bonus

DB distribution board

DSO distribution system operator

EEE Electrical energy efficiency

EM	energy management
HVAC	heating, ventilation and air conditioning
ICT	information and communications technologies
KPI	key performance indicator
MA	performance maintenance
PDS	power drive system
PEI	peak efficiency index
PM	power monitoring
PMD	power metering and monitoring device
PV	photovoltaic
THD	total harmonic distortion
UPS	uninterruptible power supplies

4 General

4.1 Fundamental principles

4.1.1 Safety of the electrical installation

The requirements and recommendations of this part of IEC 60364 shall not impair requirements included in other parts of the IEC 60364 series.

4.1.2 Availability of electrical energy and user decision

Energy efficiency management shall not reduce electrical availability and/or services or operation below the level desired by the user.

The electrical installation shall have provisions for overriding the energy efficiency management settings according to the user's decision.

EXAMPLE 1 If someone is ill, the user can decide to heat the room to a higher temperature, even during peak consumption.

EXAMPLE 2 If a company receives an urgent delivery order, there can be a need for the workshop to operate at an unexpected hour.

4.1.3 Design principles

The design principles of this document take into account the following aspects:

- load energy profile (active and reactive energy);
- availability of local generation (PV, wind turbine, generator, etc.) and storage;
- reduction of energy losses in the electrical installation;
- the arrangement of the circuits with regard to energy efficiency (meshes, see 7.4);
- the customer's power use distribution over time;
- the tariff structure offered by the supplier of the electrical energy;

maintaining the quality of service and the performance of the electrical installation.

In order to verify the achievement of electrical energy efficiency measures, an overall energy efficiency assessment should be made.

4.2 Energy efficiency assessment for electrical installations

4.2.1 General

Assessment of installations shall be performed according to Annex B. This assessment shall be achieved preferably by measurement. It may be also achieved by calculation.

The frequency of periodic inspection of an installation shall be determined having regard to the type of installation and equipment, its use and operation, the frequency and quality of maintenance, factors liable to influence energy efficiency and the external influences to which it is subjected. The results and recommendations of the previous report, if any, shall be taken into account.

The maximum interval for follow-up assessment is recommended to not exceed:

- five years for commercial;
- three years for industrial and infrastructure.

NOTE National committees may decide if the energy efficiency assessment is made as a requirement or a recommendation in their national standard.

4.2.2 Action plan following an assessment according to Annex B

Where assessment is performed on a new installation and the assessment identified an electrical installation efficiency class lower than required, the identified variances shall be corrected or other action shall be taken based on local regulation, if any.

Where periodic assessment identifies the electrical installation efficiency class is lower than the required value performed, an action plan is typically needed to achieve the required or desired electrical installation efficiency class.

5 Sectors of activities

For a general approach to electrical energy efficiency (EEE), four sectors may be identified, each having particular characteristics requiring specific methodology of implementation:

- residential installations;
- commercial installations;
- industrial installations;
- infrastructure installations.

Categorization is intended to facilitate the comparison between similar installations.

Users of this document, such as local authorities, design institutes, building owners, architects, facility managers, should consider assigning specific installation types (sub-sectors) to one of the above sectors of activity.

6 Design requirements and recommendations

6.1 General

While designing an electrical installation, the following shall be taken into account:

- the load energy profile (active and reactive energy);
- the minimization of energy losses in the electrical installation by means of:
 - optimal location of the transformers, local production and switchboard (barycentre),
 - location of HV/LV substation,

- reduction of losses in wiring;
- local production and storage.

6.2 Determination of load energy profile

The prospective load energy profile within the installation shall be determined.

Synthetic profiles (typical load energy curves) from loads or load groups may be used from similar applications.

If measurements or synthetic profiles are not available, the main loads (based on equipment rating) including expected duration of operation should be identified. This consumption could then be summed to create a load energy profile.

6.3 Determination of the transformer and switchboard location with the barycentre method

Account shall be taken of the building's use, construction and space availability for the best position to be obtained, but this should be determined with the buildings designers and owners prior to construction. To keep the wiring losses to a minimum, the main distribution transformers and switchboards shall be located, taking into consideration the building constraints, in such a way as to keep distances to main loads to a minimum. The methods used for determining the position can be used to determine the optimal available site for the distribution equipment and transformers.

The barycentre method is an iterative approach that can be used to determine

- whether the load distribution is uniform, or of localized type,
- whether the loads or other equipment should be relocated, and
- the total load barycentre location.

See examples of calculations in Annex A.

6.4 HV/LV substation

6.4.1 General

To find the optimal solution for the transformer, the following shall be considered:

- the optimum number and location of HV/LV substations;
- the working point of the transformer;
- the efficiency of the transformer;
- the load energy profile.

NOTE As a LV consumer, it is important to have an early discussion with the utility on the number and location of the substations, transformers and switchboards.

6.4.2 Optimum number and location of HV/LV substations

Depending on several criteria such as the required power, the building surface area and the load distribution, the number of HV/LV substations and the distribution layout will have an influence on the lengths and cross-sectional areas of conductors.

If the barycentre is located in one building side, it is advised to choose one substation close to this barycentre; or if the barycentre is located in the middle of the building layout, it may not be possible to locate the HV/LV substation near the load centre. In such cases, it is recommended to split the electrical distribution into several HV/LV substations located close to their respective barycentres. This facilitates the optimization of LV conductor lengths and sizes.

6.4.3 Working point of the transformer

The maximum efficiency of a transformer is when the iron and copper losses are equal. This occurs at a load less than the rated power of the transformer, typically between 30 % and 50 %.

6.4.4 Efficiency of the transformer

The choice of an energy efficient transformer may have a significant impact on the energy efficiency of the whole installation.

Energy efficiency of the transformers is classified on the basis of their load and no-load energy losses.

The choice of the top energy efficiency class results in increased initial cost. However, the payback time can be estimated to be relatively short (a few years) compared to the average lifetime (more than 25 years) of the transformer.

Where located within the building, energy efficient transformers can reduce the energy consumption of the air conditioning or mechanical ventilation required to limit the ambient temperature in the transformer location.

Reference should be made to manufacturers' information for more details on energy efficient transformers with respect to IEC TS 60076-20, including design guidelines, estimated payback time, heat dissipation needs, installation constraints in the presence of other heat-dissipating equipment.

The placement of transformers may be subject to further safety constraints in the case of oil-immersed transformers.

6.5 Efficiency of local production and local storage

Renewable energy and associated storage contribute to the overall electrical energy efficiency of the installation.

To achieve high values of energy coverage with local energy generation, adequate local storage and/or reverse feeding into the network of the utility should be considered.

6.6 Losses in the wiring

6.6.1 Voltage drop

The energy losses in the wiring are reduced by reducing the voltage drop.

Recommendations on the maximum voltage drop in the installation are provided in IEC 60364-5-52:2009, 525.

6.6.2 Cross-sectional areas of conductors

Increasing the cross-sectional area of conductors determined according to IEC 60364-5-52 will reduce the losses.

The cross-sectional area of conductors for distribution circuits (feeders) and final circuits supplying loads having a high consumption shall be based on a technical and economical assessment considering the cost of:

- the conductor(s),
- the erection and mounting of the conductor(s), and

- the energy losses in the conductor(s) over the expected life time.

The expected life time will vary depending on the type of load, installation and the expected use of the installation.

The cross-sectional area of other conductors should be determined assessing the savings within a time scale against the additional cost.

A calculation method can be found in IEC 60287-3-2.

NOTE In some applications (particularly industrial), the most economical cross-sectional area of conductor can be several sizes larger than that required for thermal reasons.

6.6.3 Power factor correction

Consideration shall be given to power factor improvement.

Reduction of the reactive energy consumption at the load level reduces the losses in the wiring in the upstream installation.

A possible solution to improve the power factor is the installation of a power factor correction system at the respective load circuits.

NOTE A power factor correction can be made at the load level or centrally, depending on the type of application. The complexity of the issue leads to consideration of each individual application.

6.6.4 Reduction of the effects of harmonic currents

Reduction of harmonics at the load level, for example the selection of harmonic-free products, reduces the losses in the wiring.

Possible solutions include:

- reducing harmonics by the installation of harmonic filters at the respective load circuits;
- reducing the effect of harmonics by increasing the cross-sectional area of the conductors;
- using methods that produce less harmonics, like sinusoidal pulse width modulation (SPWM), in the renewable energy resources' inverters connected to the point of connection (POC).

NOTE A reduction of harmonics can be made at the load level or centrally, depending on the type of application. The complexity of the issue leads to consideration of each individual application.

7 Determination of the zones, usages and meshes

7.1 Determining the zones

Identification of the zones is needed to enable the correct determination of the meshes (see 7.4).

A zone represents an area or a location where electricity is used. It may correspond for example to:

- an industrial workshop;
- a floor in a building;
- an area of a room near windows or an area of a room away from windows;
- a room in a dwelling;
- a private swimming pool;
- a hotel kitchen.

Designers, electrical contractors or the building owner shall agree on the zones within the building.

7.2 Determining the usages within the identified zones

Identification of the usage for a particular circuit or zone is needed to enable accurate measurement and analysis of its energy consumption, power flow and other electrical parameters.

Different usages could be the following:

- hot water production;
- HVAC (cooling and heating);
- lighting;
- motors;
- appliances.

7.3 Demand response

Demand response is the management of the electricity demand in response to supply conditions.

Demand response is intended to adapt the consumption of energy to the generated power, especially when generation with renewable energy (e.g. windpower, photovoltaic) is present, and to guarantee system stability. Demand response programs may include dynamic pricing/tariffs, price-responsive demand bidding, contractually obligated and voluntary curtailment, and direct load control/cycling.

Methods of demand response are:

- time-based rates such as time-of-use pricing (e.g. critical peak pricing, variable peak pricing, real time pricing, critical peak rebates);
- limitation of the supply of energy;
- real-time load energy curves.

The energy efficiency and load management system gives response to the supply conditions from the grid (see Clause 8).

NOTE Real time (pricing) refers to typical time intervals from 5 min to 60 min, deepening on national conditions.

7.4 Determining the meshes

7.4.1 General

A mesh may belong to one or several zones (see 7.1).

A more effective solution concerning energy monitoring and controlling is to assign a complete mesh to one zone.

A mesh determines one or several usages (see 7.2) in one or several zones.

Meshes shall be designed such that they may be managed to use electrical energy to always fulfil the need, taking into account driving parameters such as the availability of daylight, occupation of a room, availability of energy, outdoor temperature, other aspects linked to the building construction and passive energy efficiency.

One circuit belongs to one mesh or a cluster of meshes.

The determination of the meshes in the installation shall be defined so that they deliver the associated usage, while allowing effective management of the consumption of energy, and considering at least one of the criteria defined in 7.4.3.

7.4.2 Meshes

Electrical management for energy efficiency is a system approach aiming to optimize the management of energy used for a specific service within a defined "electrical mesh", taking into account all necessary information concerning the technical and economic approaches.

It is seldom that the optimum of a system equals the sum of the optima of each part of the system. It is therefore necessary to consider the most appropriate meshes of the electrical installation from the electrical energy efficiency point of view.

This shall be considered in order to get the lowest electrical energy consumption and/or cost with regards to a solution for a service which is, and can be, compared to another solution.

It has also to be considered that the installation of a device to introduce modified operation or new functions designed to optimize electrical consumption for that product may result in an increase of electrical consumption for interrelated loads within the same system. It is therefore meaningless to separately consider only one or several devices where the assembly, which includes that device or all of those devices, within the system of a circuit or a mesh may experience optimized consumption, even though the consumption of some individual parts may increase.

Introducing electrical equipment or functions for reducing, measuring, optimizing and monitoring energy consumption or any other use aiming to improve the use of electricity may increase the energy consumption in some parts of a system.

For example, the use of a control device (e.g. a thermostat in an electric heating system, a human presence detector in an electric lighting system) may increase the instant or global consumption of particular equipment for some devices but decrease the total consumption of the whole mesh.

According to this document, the smallest mesh is limited to one electrical device and the largest mesh covers all electrical circuits used in the whole building for all services.

7.4.3 Criteria for considering meshes

7.4.3.1 General

In addition to criteria depending on the local price of energy, the following criteria are necessary for defining different meshes of an electrical installation from the point of view of energy management and monitoring with regards to efficiency.

7.4.3.2 Technical criteria based on driving parameters (time, illuminance, temperature, etc.)

Interruption of some services or applications should be avoided during certain periods of time. The designer, and/or end user should agree on the daily, weekly, monthly or yearly schedule for the periods when some services or applications shall be available or can be reduced or shut off. Identifying these applications and gathering them in a mesh are key from an energy efficiency point of view. For example, defining a mesh for luminaires near windows and a second one for luminaire(s) near the wall allows for switching off those near the windows when daylight is sufficient.

7.4.3.3 Technical criteria based on control

A mesh can gather together some loads functionally linked with one or more control devices, for example the thermostat of an electric heating system controlling radiators from several electrical circuits, so that those radiators belong to the same mesh.

7.4.3.4 Technical criteria based on critical points for measurement

The accuracy of a measurement is not the same if the objective is to follow a trend or to invoice a service. The purpose of measurement can help to decide on the appropriate mesh.

7.4.3.5 Criteria based on meshes

In a location where a group of current using equipment needs to operate all at the same time, creating a large mesh containing all this equipment is beneficial. In cases such as multiple luminaires in a single room, having several small meshes permits more effective use of energy.

7.4.3.6 Economic criteria based on the variable cost of electricity

The cost of electricity may vary with the time of use, and with the maximum power allowed by the grid (demand-response may be necessary for monitoring the energy).

Depending on the price variability of the electricity for buying, selling and storage, it can be useful, when possible, to defer or anticipate certain uses or design meshes with this consideration in mind.

7.4.3.7 Technical criteria based on energy inertia

It is not possible, or it is at least difficult, to introduce load shedding on a mesh dealing with lighting (no inertia), while it is easier on a mesh including water heating systems (large inertia). Considering inertia of loads is useful to decide how to introduce load shedding between appropriate meshes.

Meshes including recharging of batteries, heating systems, air cooling, a fridge, etc. can be gathered against meshes including lighting, available socket-outlets for the information and communications technologies (ICT) equipment, etc. It will therefore be possible to introduce load shedding and rules for load shedding in meshes having a high inertia. This is an input product standardization, for product design and installation design.

A high inertia is generally associated with easier load shedding due to the fact the status of the load is not really affected by the variation of the electrical supply.

7.5 Driving parameters

7.5.1 General

Driving parameters having the most influence on energy efficiency shall be identified.

Driving parameters should be assessed to evaluate their relative influence on the overall consumption of the installation.

Dedicated indicators should be analysed to verify the energy efficiency of the installation according to the influence of the driving parameters.

EXAMPLE kWh per m² per degree days.

7.5.2 Occupancy

Adapting the usage of energy to the occupancy of the building helps the management of energy.

Occupancy may be determined in the following ways:

- presence of at least one person in a defined zone;
- indication of the number of persons in a defined zone.

7.5.3 Operating time

Operating timing may be an effective strategy to set up and reduce the building energy consumption and allows to reduce services which are not needed at certain periods of time. Operating timing may be done:

- at building level;
- at floor level;
- at a zone level depending on the floor;
- at a mesh level.

7.5.4 Environmental conditions

Local environmental conditions such as outside temperature, solar (illuminance and heating), wind, humidity, pollution may be considered as driving parameters.

7.5.5 Cost of electricity

As cost of electricity may vary depending on the time and/or period of the year, it shall be taken into account as a driving parameter for optimizing the usage of electrical energy.

7.6 Impacts on the design of an electrical installation

The design of an electrical installation shall consider energy efficiency at every stage, including the impact of different load demands, usage, zones and meshes.

The installation of fixed equipment for power metering and monitoring devices, control and energy management shall be considered for new constructions and future modifications.

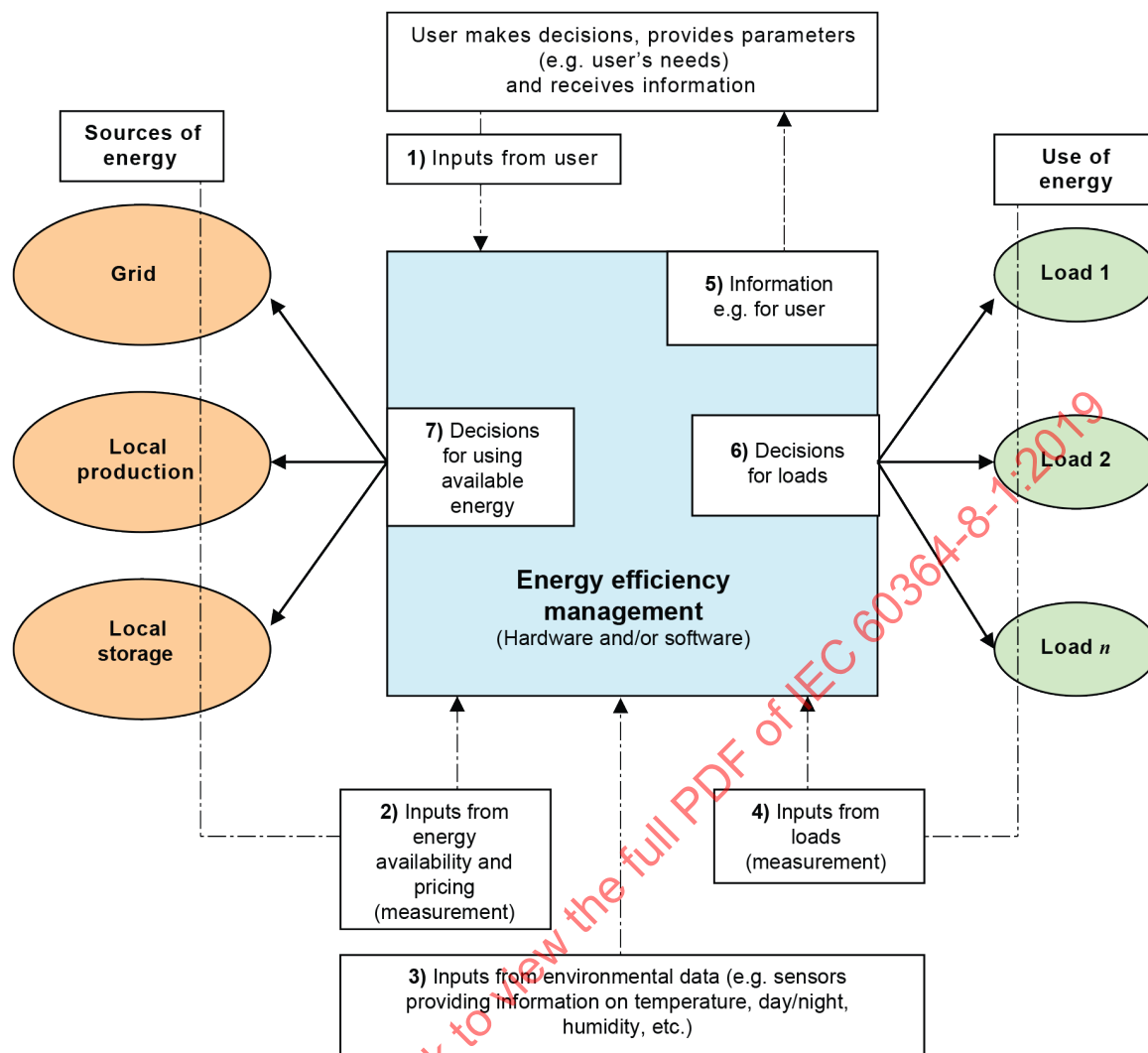
Main distribution switchboards shall enable the segregation of circuits supplying each zone or each mesh defined in 7.4. This requirement shall also apply to other distribution boards where necessary.

8 Energy efficiency and load management system

8.1 General

An energy efficiency and load management system controls the usage of the energy consumed, taking into account the loads, local production and storage and user requirements, (see Figure 1).

For an installation where an energy efficiency system is to be applied, a possible implementation of this system can be created as described in 8.2 to 8.7.



IEC

Figure 1 – Energy efficiency and load management system overview

8.2 User specification

8.2.1 General

The user specification will be the key input to design the energy efficiency management system.

8.2.2 Requirements on the loads

The designer, and/or user shall take into account at least the following considerations:

- selection of energy efficient appliances (freezer, lamps, etc.);
- assignment of load priority for use as an input of the load optimization process (e.g. load shedding);
- intended use of the installation in providing an energy efficient design;
- provision of a manual override facility which enables the user to take control from the automatic functions.

8.2.3 Requirements on the supplies

The decisions taken by the user on the pattern of usage regarding the loads will affect the requirements on the supplies.

8.3 Inputs from loads, sensors and forecasts

8.3.1 General

8.3.1.1 Measurement of parameters

Making measurements is key to determine and assess the efficiency of a building. The measurement of electrical parameters is required in determining the electrical consumption and needs to be supplemented by the measurement of relevant driving parameters such as:

- presence of people;
- temperature;
- quality of air (e.g. CO₂);
- day light;
- operating time;
- cost of energy.

8.3.1.2 Requirements on accuracy and measuring range

Energy measurement provides the subscriber with an awareness of his consumption. Consequently, device accuracy and measuring range shall be adapted to the intended use.

For buildings such as dwellings, shops, public buildings, offices, the highest metering accuracy is necessary at the origin of the installation where it is used for billing or similar purposes, but also to measure and assess the efficiency of the whole installation, or to enable assessment of the whole installation as defined for example in ISO 50001 and ISO 50006, efficiency by summation of the component parts. A lower level of accuracy is generally sufficient downstream. For the lowest level, at the final circuit level, it is adequate to provide the durations of consumption or follow a trend or to monitor a load.

NOTE There are exceptions to this principle: for example, in cement production where a unique very powerful load can justify a particular accuracy measurement.

The meter at the origin of the circuits that is used for billing purposes can be used for the measurements of the energy consumption of the whole installation as part of the assessment process. In the same manner, a power quality instrument used at the origin of the circuit and providing energy consumption measurement can be used. Table 1 describes the applicable standards for measurement.

Table 2 shall be used to determine the minimum accuracy of electrical measurement equipment.

The device measuring range shall be suitable for the maximum values anticipated for the mesh and should be appropriate for the anticipated measured value levels.

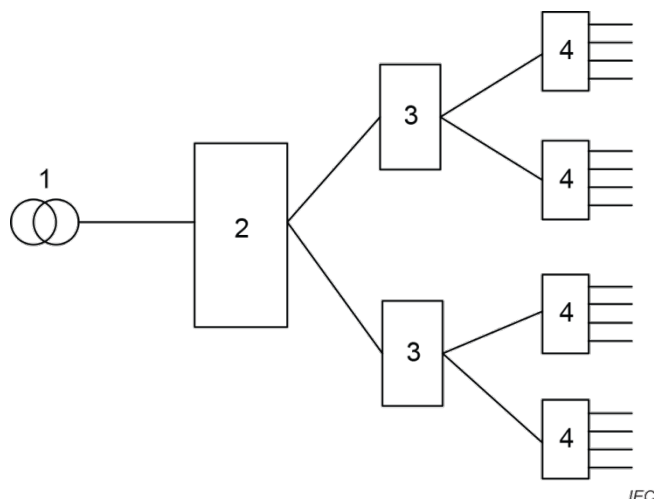
Devices used for comparison for similar loads on different meshes shall have equivalent capabilities (e.g. accuracy, range).

Electrical measurement devices shall be selected according to the relevant application and Table 1.

Table 1 – Measurement applications

Measurement application	Applicable IEC product standards	Device name according to standards	Usual device name	Complementary explanations
Billing (Contractual)	or IEC 62053-21 or IEC 62053-22	Electricity metering equipment	Revenue meter, electricity meter, utility meter	Energy metering for billing applications (e.g. utility invoicing a landlord or a mall owner, sub-billing to tenants)
Energy usage analysis	IEC 61557-12 ^a	Power metering and monitoring device (PMD-I or PMD-II or PMD-III)	Power meter, energy meter	Energy cost and usage analysis (for cost allocation or sub-billing within a company or for energy efficiency purposes)
Power monitoring	IEC 61557-12 ^b	Power metering and monitoring device (PMD-II or PMD-III)	Power meter, energy meter	Demand side power quality analysis and energy cost and usage analysis
Energy estimation		Indicator or sensor	Energy estimator	Devices for giving information needed to correctly operate the energy management system, for example running time of equipment, number of operation, basic measurement
^a Devices used for power quality monitoring, when they provide active energy measurement function, can be used for energy usage analysis. ^b Devices used for power quality monitoring in accordance with IEC 62586-1 can be used for power monitoring especially where comparable measurements are needed. NOTE Other information such as occupancy, number of operations, manufacturing figures, is provided by different instruments and are covered by other standards.				

If the electrical installation is conveniently structured as shown for example in Figure 2, then the energy/power measurement and monitoring shall be structured consequently as shown in Table 2.



Key

- 1 supply transformer/incomer
- 2 main LV switchboard
- 3 intermediate distribution boards
- 4 final distribution boards

Figure 2 – Electrical distribution scheme

Table 2 – Overview of the needs for power metering and monitoring

	Incomer	Main LV switchboard	Intermediate distribution boards	Final distribution boards
Meshes	The whole installation	Homogeneous entities (e.g. swimming pool, workshop, office)	Zones and/or usages (e.g. heating of the lobby)	Circuits
Critical range for current accuracy (percentage of rated current anticipated for actual load current)	In general, medium to important: 30 % to 90 %	In general, medium: 30 % to 70 %	In general, rather low: 20 % to 40 %	In general, very low: < 20 %
Measurement objectives for network management	Power metering and monitoring or power quality analysis	Power metering and monitoring	Power metering and monitoring	Power metering and monitoring
Measurement objectives for cost	– Revenue metering – Bill checking – Energy usage analysis and optimization – Contract optimization	– Cost allocation – Energy usage analysis and optimization – Efficiency assessment – Contract optimization	– Cost allocation – Energy usage analysis and optimization – Efficiency assessment – Contract optimization	– Energy usage analysis and optimization – Energy usage trends assessment
Overall system accuracy of active energy measurement	Accuracy class ≤ 1	Accuracy class ≤ 2	Accuracy class ≤ 2	Accuracy class ≤ 2
NOTE Accuracy classes (also called performance classes) are defined in IEC 61557-12.				

8.3.1.3 Measurement

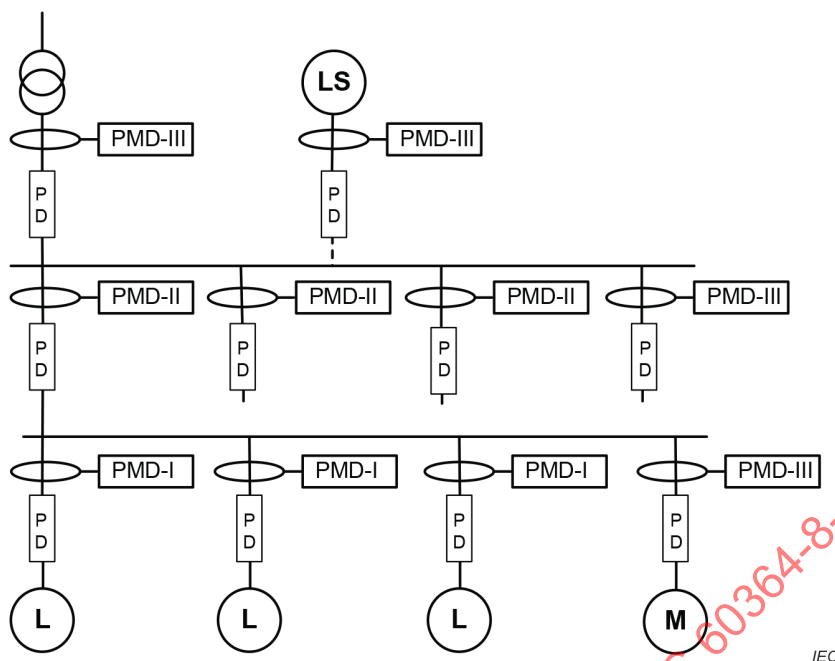
Measurement equipment shall be installed according to the application and to its location within the installation.

An example for the location of measurement or monitoring equipment and the parameters to be measured is given Figure 3. Where applicable, the measuring and monitoring of parameters shall be done for each phase.

IEC 61557-12 defines power metering and monitoring device (PMD) classification with minimal required functions according to its application:

- PMD-I: Energy efficiency: energy usage analysis for energy efficiency assessment;
- PMD-II: Basic power monitoring: power monitoring for electrical energy distribution monitoring and control within the installation;
- PMD-III: Advanced power monitoring and network performance: advanced power monitoring and network performance monitoring.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2019



IEC

Key

Symbol	Function
PMD	power metering and monitoring device
PMD-I	PMD including at least: E_a
PMD-II	PMD including at least: P , Q , S , E_a , E_r , f , I , U and/or V , PF ,
PMD-III	PMD including at least: P , Q , S , E_a , E_r , E_{ap} , f , I , I_N , U and/or V , PF , THD_U and/or THD_V and/or $THD-R_U$ and/or $THD-R_V$, THD_I and/or $THD-R_I$
P	total active power
E_a	total active energy
Q	total reactive power
S	total apparent power
E_r	total reactive energy
E_{ap}	total apparent energy
f	frequency
I	line current
I_N	neutral current
U	line to line voltage
V	line to neutral voltage
PF	power factor
THD_U	total harmonic distortion voltage related to fundamental
$THD-R_U$	total harmonic distortion voltage related to RMS value
THD_I	total harmonic current related to fundamental
$THD-R_I$	total harmonic current related to RMS value
PD	protective device with isolation function
M	motor
L	load
LS	local power supply (e.g. PV, wind turbine, generator) (if present)

Figure 3 – Example of measurement equipment selection in an installation

8.3.2 Communication

Implementation of an EEMS requires devices having communication capabilities.

The energy management system for energy efficiency shall not impair communication for other purposes such as safety, control or the operation of devices or equipment.

8.3.3 Data logging

Examination of historical data is an input for making energy demand forecasts (see 8.3.5).

With respect to the quality and effectiveness of the results in obtaining a high level of energy efficiency, a communication system of all required and foreseen data should be provided thanks to an energy server such as defined in IEC 62974-1.

8.3.4 Loads

8.3.4.1 Energy sensor selection

The association of measuring devices with external current and/or voltage sensors (sensor-operated meter/PMD) builds a complete system required to measure the active energy (kWh) which is the main parameter for energy efficiency. The system performance class depends on the class of sensor and the meter/PMD performance class (see Table 1). The class of the sensor shall be selected to be equivalent to or lower than the class of the meter or PMD.

Where a direct type measuring device (direct connected energy or power meter) is used, the accuracy class of the device refers to active energy (kWh) measurement accuracy and shall meet the required performance of Table 2.

Maximum current in a circuit, and minimum current that need to be monitored shall be defined for each measuring point, and sensors shall be selected accordingly. Selection of sensors shall be made according to IEC 61869-2.

8.3.4.2 Influencing factors for measurement equipment

A set of influencing factors (such as temperature) that can generate deviations in the measurement accuracy are defined in standards such as IEC 61557-12. Compliance to a measuring class defined in these standards implies requirements on the maximum deviations due to these influencing quantities.

8.3.4.3 Continuous improvement process

The continuous improvement process is necessary for energy efficiency. In the latter stages of the process, the differences to be measured are progressively smaller, and a device with better class of measurement accuracy than the minimum defined in Table 2 may be foreseen.

To check the achievement of the energy efficiency objectives targeted, the measuring device accuracy class shall be suitable for the smallest percentage difference expected to be measured for the whole process.

EXAMPLE Where in the long term, 2 % of energy savings is at stake, a class 1 or better device is relevant.

8.3.4.4 Measurement for verification of the energy efficiency action plan

The effectiveness of actions taken in accordance with the energy efficiency action plan shall be verified. This gives the possibility to demonstrate success or understand reasons for variances.

For each item in the energy efficiency action plan, the energy savings achieved in each part of the installation or item of equipment, as appropriate, shall be measured separately or determined by an equally effective method.

Where the measured value is obtained by adding or subtracting individual measurements, these measurements and estimations shall have sufficient accuracy to achieve the required overall need.

When checking the consistency of measurement, the facility manager shall take into consideration the discrepancies due to the use of energy estimators, differences in accuracy measurement, calculation of measurement by addition or subtraction.

8.3.4.5 Load shedding capability classification

Current using equipment shall be classified with respect to load shedding based on:

- the suitability of the load for power interruption, and
- user acceptance of power interruption to that load.

Some current using equipment such as information and communication technology (ICT) equipment systems, desktop computers, TV sets are not suitable for load shedding. Some others like heaters, fridges, can accept without any impact on their service a shedding up to a certain period of time.

For each type of current using equipment, an acceptable time of shedding in normal conditions should be determined. As examples, the acceptable time of shedding for a desktop computer is 0 ms, for a lamp is 50 ms, for a fridge or heater 15 min.

The maximum time of shedding for each mesh is determined by the individual current using equipment with the lowest rated off time. For this reason, it is recommended to specify meshes that have current using equipment with similar rated off time.

Information on the ability of loads to accept or not a shedding, and the corresponding duration(s) is useful. Occupancy or application shall be considered when to accept or not load shedding.

The decision to switch OFF or switch ON a certain current using equipment is related to the energy forecast (energy needs within a controllable process), the power demand to be expected and the electrical energy available.

8.3.4.6 Impact of load shedding

Load shedding may have an impact on lifetime and the maintenance of devices, systems and installations. This needs to be taken into account in the design of the installation and on the selection of the equipment.

Some measures taken to improve the energy efficiency of the system (in terms of energy management) may have some drawbacks if the device choice is not appropriate. Consideration should be given as to how the implementation of energy efficiency measures, active or passive, can impact the lifetime of the equipment. Equipment should be selected to be suitable with this management of the energy.

EXAMPLE incandescent lamps have been widely used with timers or presence detectors for corridors, stairs, etc. to improve the energy efficiency of the installation, as the lamps are switched on only when people are present. Their replacement with lamps using another technology which are far more sensitive to the number of switching operations, can dramatically reduce the life-time of these lamps that in some cases leads to a rejection of the timers which were used previously. The consequence is that lamps may now remain switched on day and night to avoid having to change them too often and by so doing, will reduce the energy efficiency of the installation. This example illustrates how important it is to take into consideration the comprehensive cost sensitivity of the user: the cost of replacement of the lamps exceeds the savings on energy cost. The right choice regarding the energy efficiency may be to use lamps with the right technology regarding the switching issue to offer a lower energy consumption of the installation and a normal expected lifetime of the lamps.

The specification regarding load shedding availability and maximum time of shedding without impacting the expected service of equipment or machinery should be available or stated to optimize the impact of load shedding.

NOTE For household and similar premises, IEC 62962¹ will provide requirements for load shedding equipment.

8.3.5 Forecasts

Forecasts are inputs to be used for the energy efficiency management system such as:

- weather forecasts to manage efficiently current using equipment with thermal inertia such as HVAC or heaters;
- occupancy forecasts to prevent unnecessary usage of current using equipment;
- production forecasts for renewable energy;
- manufacturing forecasts for adaptation of the production.

8.4 Inputs from the supplies: energy availability and pricing

The user shall consider the information concerning the energy availability and pricing which may vary with time.

The relative price and availability of energy from the locally generated versus utility supplied sources impacts the decision on which source to use and/or the charge or discharge of the electrical storage system, if any.

8.5 Monitoring the performance of the electrical installation

The installation should be designed at least with a user interface to enable the measurement of its total electrical energy consumption for a certain period of time at minimum every hour. This data, and the related cost of energy information, should be logged and stored for a period of time. For comparison of measures, the same data logging interval should be used.

NOTE Multiple years of data can be useful for effective trend analysis.

In addition, the installation should be designed to enable the recording and saving of data for the consumption of individual loads or meshes totalling 70 % of the total load (e.g. by use of power monitoring and metering device).

8.6 Management of loads through meshes

8.6.1 General

An energy efficiency management system manages the whole electrical installation including loads, local production and storage. It can manually (easiest cases) or automatically (most situations) monitor the electrical installation so as to optimize the overall costs and consumption of the system, taking into account the user requirements and the input parameters coming from the grid, local electricity production and storage, the loads, sensors, forecasts, etc.

8.6.2 Electrical energy management system (EEMS)

The EEMS shall be based on:

- end user choices;
- energy monitoring;

¹ Under preparation. Stage at the time of publication IEC/PRVC 62962:2018.

- energy availability and cost;
- inputs from loads, local electricity production and storage, energy sensors and forecasts.

The EEMS shall include:

- measurement (e.g. power consumption) and monitoring of meshes;
- control;
- power quality;
- reporting;
- warnings: status of the monitoring devices;
- tariff management, if any;
- security of data;
- display function for user and/or public awareness.

The requirements of the user define the needs of the system, i.e. power metering and monitoring devices, sensors, control inputs, etc., and the control methodology for determining the outputs and control parameters.

The outputs may control load management devices or may supply information from meters or other displays for the user to act on.

The system may be required to measure power quality, voltage, power factor, load currents. The energy management system may also produce warnings when and where pre-set thresholds are exceeded to manage load shedding.

8.7 Multi-supply source management: grid, local electricity production and storage

The overall power demand should be optimized as far as possible as an aid to the overall energy reduction of the installation.

The design of the management system depends on the availability of each source. The needed continuity of supply and the requirements for demand response are important for the overall energy efficiency of the installation. These aspects shall lead to an appropriate selection of source switching equipment.

NOTE For household and similar premises, IEC 62991² will provide requirements for source switching equipment. For other premises, transfer switching equipment complies with IEC 60947-6-1.

9 Maintenance and enhancement of the performance of the installation

9.1 Methodology

The implementation of electrical energy efficiency measures, active or passive, requires an integrated approach to the electrical installation as optimization of the electrical energy consumption requires consideration of all modes of operation of the installation. See Figure 4 and refer to the requirements and recommendations given in Table 3.

² Under preparation. Stage at the time of publication IEC/ACD 62991:2018.

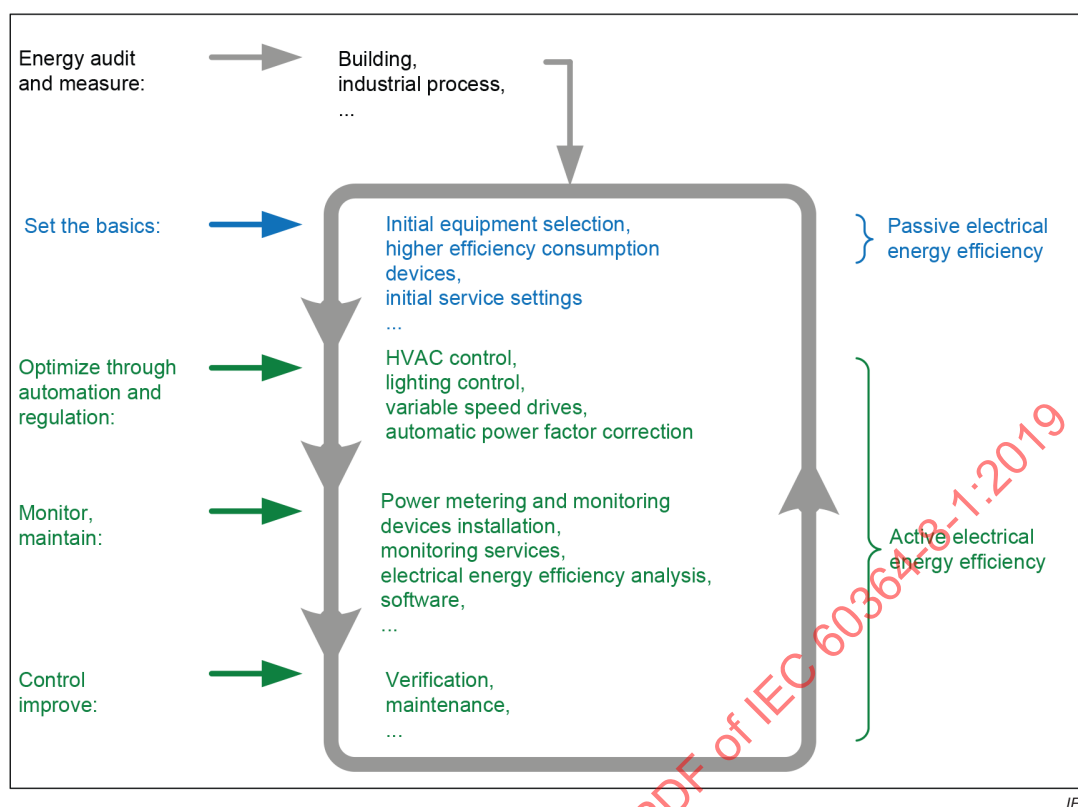


Figure 4 – Iterative process for electrical energy efficiency management

Table 3 – Process for electrical energy efficiency management and responsibilities

Action	Details	Generally performed by
Energy audit and measure	Analysis of data from installed power metering and monitoring devices and/or non-installed measurement equipment	Auditor or energy manager
Set the basics	Initial equipment selection, higher efficiency consumption devices Initial service settings, etc.	Designer and/or installer
Optimize	HVAC control Lighting control Variable speed drives Automatic power factor correction, etc.	Installer/tenant or user, energy manager
Monitor, maintain the performance	Power metering and monitoring devices installation Monitoring services Electrical energy efficiency analysis, software, etc.	Energy manager/tenant or user
Control, improve	Verification, maintenance, etc.	Energy manager/tenant or user

Measurement, optimization and monitoring are important for electrical energy efficiency:

- a) To audit energy consumption by measures that will provide an indication of the situation and the main avenues to pursue savings (where the main consumptions are, what the consumption pattern is). An initial assessment can be conducted based on a set of measurements for various meshes within the installation and a comparison to benchmarked energy usage criteria established for the combinations of equipment within the mesh or installation. While this can help point to areas that can be subjected to more detailed analysis, determination of whether the installation is efficient will depend on more precise measurements and assessment of parts of the installation in comparison with the overall energy usage.
- b) To optimize through permanent automation or control. As already highlighted, everything that consumes energy shall be addressed actively if sustained gains are to be made. Permanent control is critical for achieving maximum efficiency.
- c) To monitor, maintain and improve the electrical installation. As targets are fixed over a long time frame, electrical energy efficiency programmes represent a permanent improvement over time.

9.2 Installation life cycle methodology

The electrical energy efficiency approach corresponds to a permanent cycle to be followed during the whole life of the electrical installation. Once measurements have been performed (once, occasionally or permanently), the provisions identified need to be implemented, following which verification and maintenance should be done on a regular basis. Measurement of indicators should be repeated followed by new provisions and new maintenance.

NOTE 1 In existing installations, measurements per zone or per usage are typically performed only occasionally, due to the non-adaptable architecture of the electrical installation.

NOTE 2 Verification is not understood as in IEC 60364-6, but is ongoing monitoring associated with energy efficiency.

NOTE 3 Maintenance refers to the use of monitoring to identify opportunities for improvement.

In existing installations, measures for reducing electrical consumption should be considered. This requires a correct knowledge of electrical consumption per usage or per area. Analysis of electrical consumption is the first step to achieve electricity consumption reduction in existing installations. An iterative process should be achieved for each existing installation.

NOTE 4 Simply understanding where and how energy is used can yield up to 10 % savings according to experiences, without any capital investment, using only procedural and behavioural changes. This is typically accomplished by connection of the measuring equipment to an energy management system presenting a synthesis of all key parameters of energy efficiency.

9.3 Energy efficiency life cycle

9.3.1 General

This life cycle is how the energy efficiency of the installation can be improved and/or maintained.

9.3.2 Performance maintenance programme

Where users of the installation require an energy efficiency rating, they are invited to agree on an energy efficiency performance programme which should include:

- initial and periodic audit of the installation;
- appropriate accuracy of measuring equipment;
- implementation of an energy efficiency action plan to improve the efficiency of the installation;
- periodic maintenance of the installation.

NOTE ISO 50001 gives best practices for energy management systems.

9.3.3 Verification

The general purpose of electrical energy efficiency measures, active or passive, is to optimize the total electrical energy consumption. Therefore, it is necessary to determine the effectiveness of the energy efficiency action plan implemented in the electrical installation for the entire life of the installation. This can be achieved by permanent monitoring and/or periodic verification, and/or audit. See Annex B.

Where electrical measurements used for verification is made with non installed measurement equipment, this equipment shall comply with IEC 61557-12 or equivalent.

9.4 Data management

Data, initial integration period and the archiving system shall be selected according to the user needs.

Collected and archived data shall relate to the same integration period to allow comparison.

Data shall be stored for verification of the effectiveness of the energy efficiency measures.

9.5 Maintenance

In addition to safe operation as stated in various parts of the IEC 60364 series, maintenance is needed to keep the installation in an acceptable condition. Maintenance of this kind shall be reviewed on an economic and energy efficiency basis.

10 Parameters for implementation of efficiency measures

10.1 General

Clause 10 gives requirements for analysis or means that the designer of an electrical installation or facility manager has to use to determine efficiency measures, active or passive, and to achieve an energy efficiency performance level. These measures and levels are used to build the installation profile and electrical installation efficiency class as follows:

- a) efficiency of current-using/carrying equipment;
- b) efficiency of the electrical installation;
- c) implementation of monitoring systems;
- d) installation of local power supply.

Current-using/carrying equipment efficiency is based on the specification and use of that equipment.

10.2 Efficiency measures

10.2.1 Current-using-equipment

10.2.1.1 Motors and controls

The choice of motor and motor control according to the application will have an impact on the energy efficiency of the system.

To achieve higher energy efficiency, consideration shall be given to the use of motor starters or other motor control devices like variable speed drives, particularly for efficient management of energy for intensive consumption applications (e.g. flow control of fans, pumps, air compressors).

Adopting a higher energy efficiency class motor according to IEC 60034-30-1 may save a significant amount of energy.

NOTE 1 Guidance for energy efficiency optimization is provided in IEC 61800-9-1 and IEC 61800-9-2.

Examples of aspects to be considered are:

- reducing electrical energy consumption;
- optimizing the rated power;
- reducing the inrush current;
- reducing noise and vibration, in this way avoiding mechanical damage and failures within the air conditioning or heating system;
- better control and better accuracy in achieving the required flow and pressure.

NOTE 2 In industry, 60 % of consumed electricity is used to turn motors and 63 % of this energy is used for applications such as pumps and fans.

10.2.1.2 Lighting

Lighting can represent a large amount of energy consumption in an electrical installation depending upon the type of lamps and luminaires for their application. Lighting control is one of the easiest ways to improve energy efficiency. Therefore, careful consideration should be given to lighting control. The type of lamp, ballast switchgear and controlgear should be taken into consideration when applying lighting control.

Solutions for lighting control can improve the energy efficiency. These systems should be flexible and designed for the comfort of the users. The solutions can range from very small and local, such as with timer and occupancy sensors, up to sophisticated customized and centralized solutions that are part of complete building automation systems.

To operate lighting only when and where needed, permanent control of lighting may be implemented by using for instance:

- movement detectors;
- dimming controls;
- timed switches;
- clock switches;
- light sensitive switches;
- constant brightness controls.

10.2.1.3 Heating, ventilation and air conditioning

Consideration should be given to:

- the choice of HVAC equipment depending on the installation structure and usage;
- the appropriate control system to optimize environment control (e.g. temperature, humidity, etc.) depending on the usage and occupancy of individual spaces.

NOTE An example is a heating system controlled by a timer monitoring the temperature threshold according to the expected occupancy.

10.2.2 Electrical installation

10.2.2.1 General

The efficiency of an electrical installation is based on the following principles:

- intrinsic efficiency of electrical equipment such as transformers or reactors and wiring systems;
- topology of the electrical installation at all levels of voltage, for example location of primary transformer and length of cables.

10.2.2.2 Transformers and reactors

Where one or more transformers are used to supply the electrical installation, special care shall be taken concerning the type of transformer and its efficiency.

NOTE 10.2.2.2 does not apply to public power grid transformers.

Transformer efficiency depends on load. Full-load losses and no-load losses shall be optimized according to 6.4, taking into consideration the daily, weekly and annual load energy profile if known or estimated.

LV/LV transformers also generate energy losses and often operate at reduced load. These losses shall be estimated.

As described in 10.2.3.4, a voltage level close to the nominal level (U_n), or slightly higher is preferable. The transformer shall be used for voltage adjustment so that current-using equipment is supplied at rated voltage.

10.2.2.3 Wiring systems

The cross-sectional areas of conductors and integrated architecture may be optimized to reduce losses.

To optimize the integrated architecture by locating the power source at an adequate location and optimized route of wiring system, 6.3 shall be applied.

To reduce losses in the wiring by increasing the cross-sectional areas of the wiring system cables compared to the minimum sizes provided by IEC 60364-5-52 and/or reducing reactive and harmonic currents, 6.6 shall be applied.

For allocation of circuits, 7.4 shall be applied.

Electric energy losses, off-load consumption and on-load energy consumption of equipment other than current-using-equipment connected in series with the wiring system, for example switchgear and controlgear, power monitors and relays included in an electrical circuit, is negligible in comparison to the energy used in the load and in the energy transportation (typically less than 1/1 000 of the load energy consumption).

10.2.2.4 Power factor correction

Reduction of reactive energy consumption improves electrical energy efficiency as maximum electrical energy will be transformed into active energy. Reduction of reactive energy will also reduce electrical energy losses in wiring systems, particularly in the low-voltage public distribution network, and reduce electrical energy losses in the HV transmission, HV distribution network and the customer's network.

Where a reduction of reactive power is required, the optimized level of reactive energy consumption shall be determined. This level is generally determined according to the utility contract requirements.

In order to reduce reactive energy consumption, the following measures may be implemented:

- selection of current-using equipment with low reactive energy consumption;
- installation of systems for compensation of reactive (inductive or capacitive) energy;
- installation of systems that have the ability to adjust their power factor such as active infeed convertors.

NOTE Harmonic distortion is an important consideration for selecting capacitor banks.

10.2.3 Implementation of management systems

10.2.3.1 Electrical energy management system (EEMS)

The electrical installation needs to be monitored to manage its performance. Each power metering and monitoring device shall provide data to the EEMS according to the measurement plan designed for the installation. In small installations, this may be a manual system.

In the case of measurement by zone, each zone needs to have a dedicated circuit with an associated power metering and monitoring device, allowing the EEMS to perform the relevant measurements.

In the case of measurement by usage, each usage needs to have a dedicated circuit, with an associated power metering and monitoring device, or each load of the different usage needs to be measured and added to determine the overall usage consumption. This will allow the electrical power monitoring system to give the relevant information for the management of the performance.

An EEMS has different objectives.

- a) Control the overall power and energy performance, and benchmark the electrical consumptions

An annual measurement of the total energy consumption based on utility meters can be used to determine the annual baseline of the installation. Timed data measurements based on additional power metering and monitoring devices can be used, from which more precise load energy profiles may be determined per zone, usage or load.

Some focus on particular energy use may be necessary according to the energy performance programme or to national regulation (e.g. lighting, heating). Thanks to recordings of multiple years' consumption data, the electrical energy monitoring system will allow comparisons and benchmark of energy consumptions.

- b) Identify influence of driving parameters

To verify the real consumption performance of the installation, integration of driving parameters influence is necessary, such as external temperature (degree day), occupation of the buildings, working hours.

It shall be possible to consolidate the energy consumption information with other data to access to relevant indicators such as kWh/°C/m².

- c) Follow up indicators (KPI)

Relevant (key) performance indicators shall be identified and made available on the EEMS to allow performance monitoring and management.

The list of indicators will evolve as an iterative process with the energy efficiency life cycle starting with main consumption, zones and usage.

- d) Identify deviations and changes of consumption pattern

Consumption monitoring and automatic consumption alarms can be set up to identify potential electrical energy losses or savings.

It is necessary, in case of identification of deviations or losses, to build an action plan and check the effectiveness of actions, and check the operation of control systems used to optimize consumption.

e) Monitor the power quality of the electrical installation

Power quality may influence energy efficiency performance in several ways: extra losses or abnormal ageing of equipment.

For these objectives, designers and electrical contractors shall develop a measurement and monitoring strategy that includes:

- permanent monitoring of devices measuring relevant parameters such as: energy, active power, power factor, voltage, power quality indicators (harmonic distortion, reactive energy, etc.);
- identification of action plans to optimize the electrical energy power quality (filters, choice of equipment).

Implementation of an EEMS is required for buildings with:

- a capacity higher than 250 persons; or
- a power consumption higher than 100 000 kWh/year.

10.2.3.2 Energy consumption management

It is of prime importance, in terms of electrical energy efficiency management, to first manage the electrical consumption of significant current-using equipment, or meshes.

Energy consumption may be estimated by nominal power consumption and expected use (duty cycle, consumption pattern or period).

Monitoring and management systems should be implemented first at the location where the higher energy consumptions are identified.

10.2.3.3 Energy consumption monitoring

Monitoring of the electrical power and energy used over periods of time is necessary to understand the behaviours of the current using equipment. Load energy consumption profiles and/or power demand profiles are required to enable energy efficiency analysis. The integration period of the profiles (interval between two measures) should be defined according to the operating patterns of the loads or to the utility meters power demand integration periods to allow comparisons.

NOTE 1 The integration time period for utility meters is typically from every 10 min to 1 h maximum.

The analysis of these profiles can be accomplished by graphical representation with curves or bargraphs.

EXAMPLE Load energy consumption profiles are represented by curves with kWh on the Y axis and time on the X axis. Power demand profiles are represented by bargraphs with kW on the Y axis and time periods on the X axis.

NOTE 2 Power metering and monitoring devices with power demand features have memory and time stamping capabilities to store power demand profiles. This avoids loss of consumption profiles in case of communication issue with the EEMS.

10.2.3.4 Voltage drop

Voltage drop has an impact on the electrical energy efficiency of the electrical installation.

Where the voltage drop measurement is required, the installation voltage measurement shall be made on the current-using equipment and at the origin of the circuit powering the current-using equipment.

The recommendation on maximum voltage drop within the consumer's installation is provided in IEC 60364-5-52:2009, Table G.52.1.

10.2.3.5 Power factor

Power factor monitoring allows a control for keeping the power factor always as close as possible to 1. That also allows to reduce the penalties for power factor outside the limits set by the utilities, if any.

10.2.3.6 Harmonics

Non-linear electrical equipment, such as power electronic systems, including power drive systems (PDS), inverters, uninterruptible power supplies (UPS), other power converters, arc furnaces, transformers and discharge lamps, generates voltage distortion or harmonics. These harmonics stress insulation, overload cables and transformers, cause outages and disturb many types of equipment such as computers, telephones and rotating machines. The life of equipment can be reduced.

The presence of harmonics may result in more heating than linear power and as a consequence generate additional electrical energy losses through the wiring system. Therefore, the measurement of the total harmonic distortion of the voltage wave, THD_U , at the installation level and the total harmonic distortion of the current wave, THD_I , at the current-using equipment level for harmonics is recommended. Other appropriate measurement for harmonics should also be performed.

10.2.4 Local power supply

10.2.4.1 Renewable and local production of energy

On-site renewable energy sources and other local production sources do not of themselves increase the efficiency of the electrical installation, but to reduce the overall utility network losses as the consumption of the building from the utility is reduced, this may be considered an indirect energy efficiency measure.

For installation of local power sources, see IEC 60364-5-55:2011, Clause 551, and for photovoltaic installations, see IEC 60364-7-712.

10.2.4.2 Energy storage

On-site energy storage systems optimize the use of local renewable sources production (example: solar production) and can limit power impact on the local network as well as optimize tariffs. They do not of themselves increase the efficiency of the electrical installation, but will at least reduce the overall utility network losses as the consumption of the building from the utility supply is reduced, and thus may be considered part of the energy management of the installation.

NOTE The shared energy storage system between installations can also be considered as they can optimize the design and improve the overall efficiency of the electrical energy distribution.

11 Energy efficiency actions

Measurements shall be analysed and then direct or programmed actions shall be undertaken:

- direct action consists in making energy efficiency improvements immediately, such as closing or opening the windows, or controlling temperatures of the building;
- programmed actions consist in analysing previous measurements over a period of time (for example, a year) and comparing the results with defined objectives. Then actions shall consist in:
 - maintaining existing solutions;
 - implementing new solutions.

Energy management achieves sustainability and optimizes the electricity consumption by:

- setting energy targets;
- designing energy management measures to optimize electricity consumption.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2019

Annex A (informative)

Determination of transformer and switchboard location using the barycentre method

A.1 Barycentre method

When designing an installation, consideration should be given to locating transformers and switchboards as closely as possible to high energy consumption equipment and systems in order to minimize losses within the electrical installation.

The barycentre method provides a way of defining the most energy efficient location of the transformers and switchboards in an installation thanks to the reduction of the electrical losses. Alternative optimization methods can also be used (see Clause A.3).

The objective of this method is to install the transformer and switchboard at a location based on a relative weighting due to the energy consumption of the loads, so that the distance to a higher energy consumption load is less than the distance to a lower energy consumption load.

The barycentre enables the equipment location to be defined in order to minimize as much as possible the lengths and cross-sectional areas of conductors. Increasing the size of cables in order to meet voltage drop limitations can thus be avoided for high rating feeders. See also 6.6.2.

This method considers electrical energy efficiency only in order to define a theoretical location of the source, even if other aspects (e.g. construction requirements, aesthetic considerations, environmental conditions) should be considered.

Each load is identified by:

- the coordinates of its location (x_i, y_i) or (x_i, y_i, z_i) depending on whether 2D or 3D vision is available;
- the estimated annual consumption in kWh, EAC_i . If the estimation of the annual consumption is unknown, the power of the load in kVA or kW should be used instead.

The location of the barycentre defined by its coordinates (x_b, y_b, z_b) or (x_b, y_b) shall be determined by the appropriate formula:

$$(x_b, y_b, z_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i, y_i, z_i) \times EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i}$$

or

$$(x_b, y_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i, y_i) \times EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i}$$

The transformer or the switchboard feeding this group of n loads should be located as close as possible to the barycentre of these electrical loads.

Example 1: calculation of the barycentre in a production plant

The example production plant has the following loads (see Figure A.1):

1) Logistics storage	$EAC_1 = 120 \text{ kWh}$	at the position	$x_1 = 4 \text{ m};$	$y_1 = 4 \text{ m}$
2) Utilities	$EAC_2 = 80 \text{ kWh}$	at the position	$x_2 = 9 \text{ m};$	$y_2 = 1 \text{ m}$
3) Office	$EAC_3 = 20 \text{ kWh}$	at the position	$x_3 = 9 \text{ m};$	$y_3 = 8 \text{ m}$
4) Production	$EAC_4 = 320 \text{ kWh}$	at the position	$x_4 = 6 \text{ m};$	$y_4 = 12 \text{ m}$

According to the barycentre formula:

$$(x_b, y_b) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i, y_i) \cdot EAC_i}{\sum_{i=1}^n EAC_i}$$

The x_b position of the barycentre is given (in meters) by:

$$x_b = \frac{4 \times 120 + 9 \times 80 + 9 \times 20 + 6 \times 320}{120 + 80 + 20 + 320} = \frac{3\,300}{540} = 6,11$$

Similarly, the y_b position of the barycentre is given (in meters) by:

$$y_b = \frac{4 \times 120 + 1 \times 80 + 8 \times 20 + 12 \times 320}{120 + 80 + 20 + 320} = \frac{4\,560}{540} = 8,44$$

The resulting barycentre location is shown on Figure A.1.

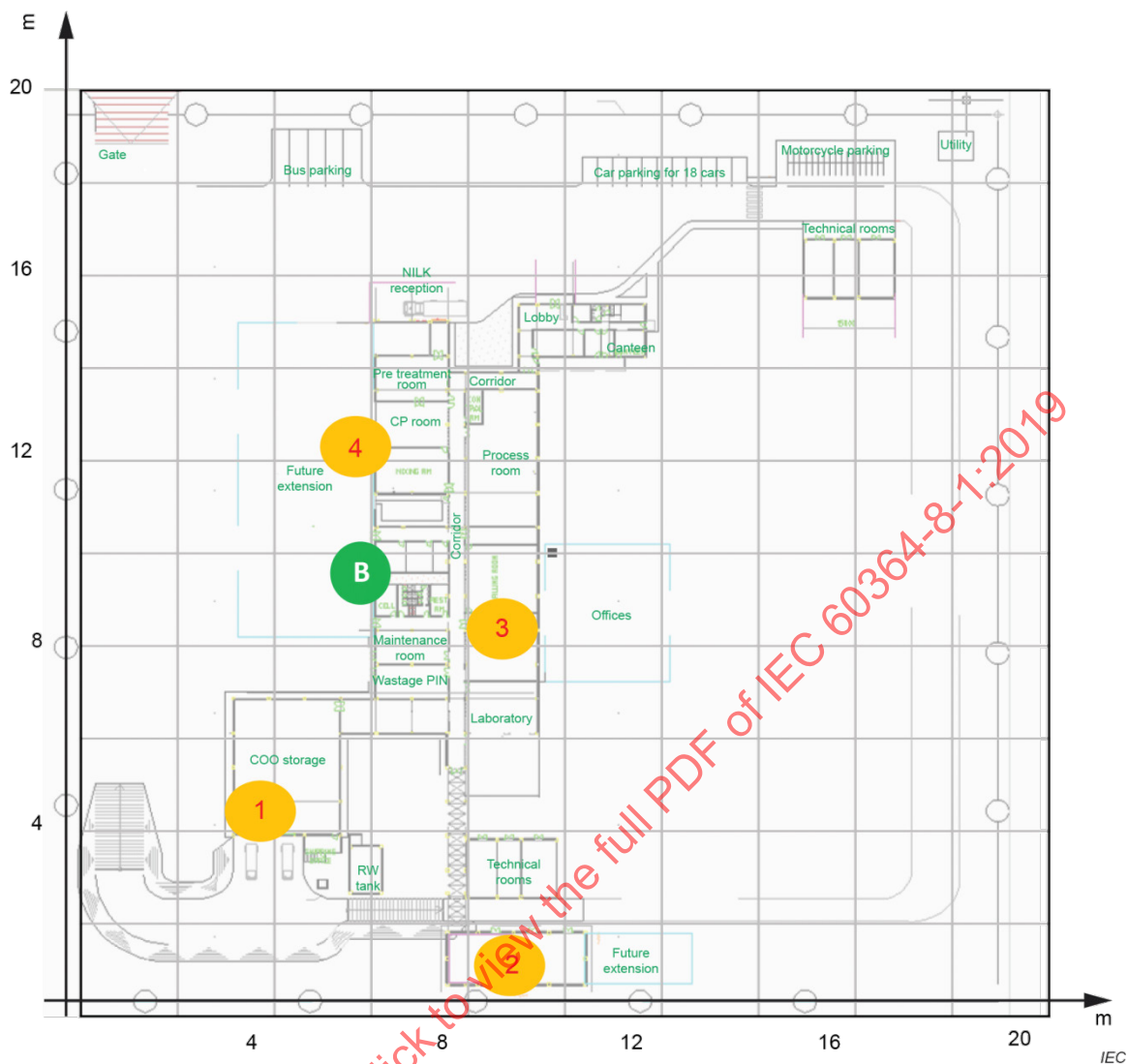


Figure A.1 – Example 1: floor plan of production plant with the planned loads and calculated barycentre

Example 2: calculation of the barycentre of three different loads with different usage:

The barycentre of three different loads has the following annual consumption (see Figure A.2):

- load 1: position: (1, 1), consumption: 80 kWh;
- load 2: position: (9, 9), consumption: 80 kWh;
- load 3: position: (20, 5), consumption: 320 kWh.

Coordinates of the barycentre:

$$(x_b, y_b) = \frac{(1,1) \times 80 + (9,9) \times 80 + (20,5) \times 320}{80 + 80 + 320} = (15,5)$$

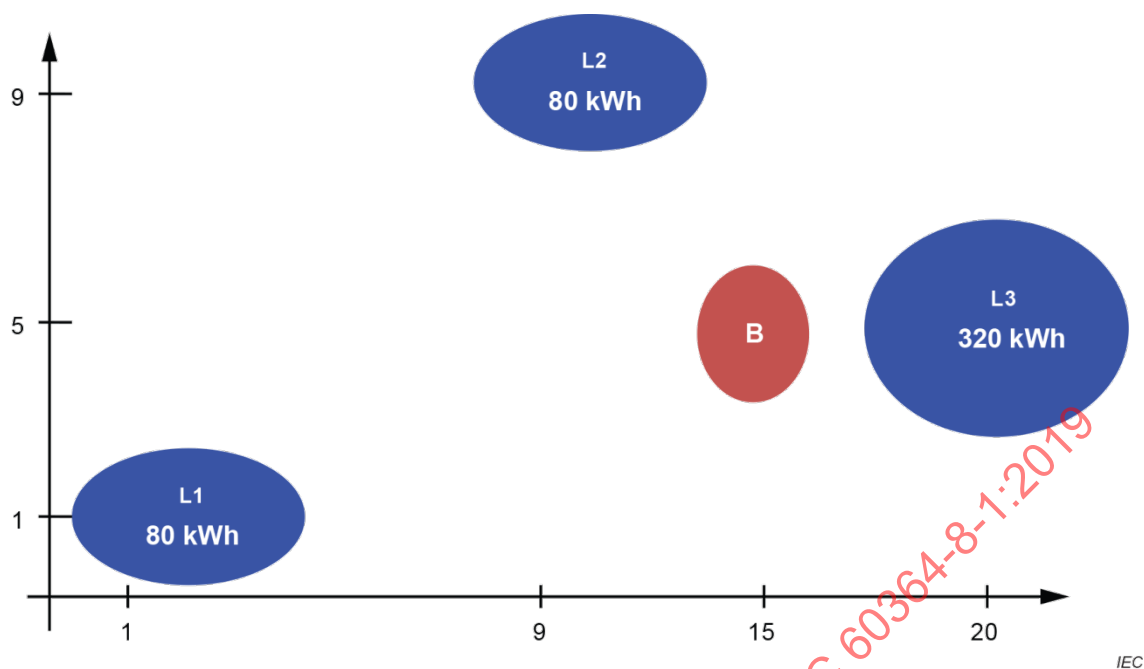


Figure A.2 – Example 2: barycentre calculated

A.2 Total load barycentre

A.2.1 General

The total load barycentre is calculated taking into account all the loads implemented in the installation.

The "source" means the main switchboards of the installation when using the barycentre method.

The source should be located as close as possible to the total load barycentre.

Example: industrial building

The building layout in Figure A.3 shows the building topology. Without using the barycentre tool, the switchboard rooms were originally located in position ①.

By calculation of the total load barycentre, the result shows clearly that position ② is much closer to receptors of high power (utilities) and consequently will improve cable utilization and thereby reduce cable losses.

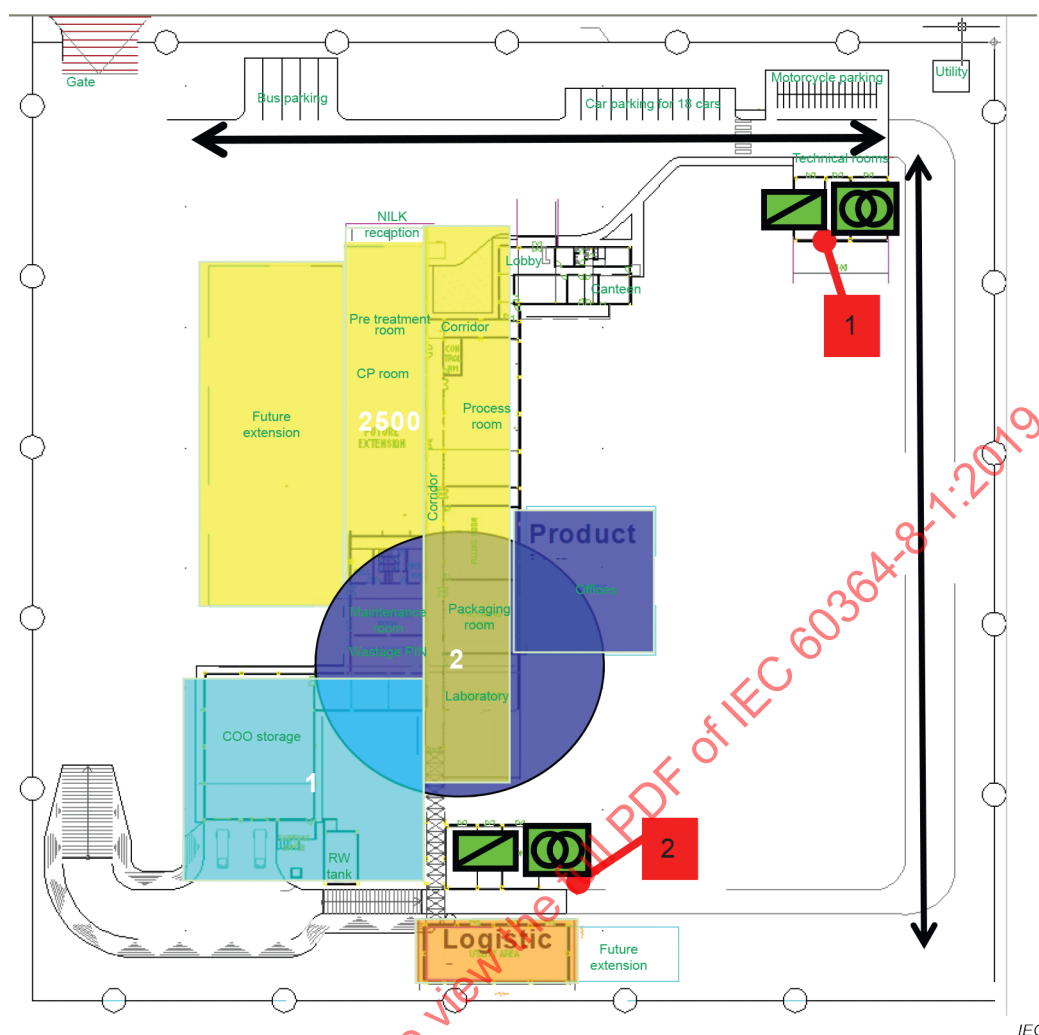


Figure A.3 – Example of location of the barycentre in an industrial building

A.2.2 Sub-distribution board locations

The barycentre of each sub-distribution board should be calculated, taking into account all the loads fed by this sub-distribution board.

The location of each sub-distribution board should be as close as possible to its barycentre.

A.2.3 Iterative process

The barycentre method may optimize the last stage of the location of the main power source (given by the calculation, see Clause A.1) by moving some main consuming loads. Then, new coordinates of these identified loads can be used for a new calculation of the barycentre. This can be repeated as necessary.

A.3 Method of average route length

The following 3D method is based on the average route length where the cable lengths and cable ways from the source(s) to the loads are considered. Several sample routes are compared. The route with the shortest average length is the one which has the most advantageous energy efficiency.

The average route length is calculated using:

$$l_{\text{avg}} = \frac{\sum_{i=0}^{i=n} l_i \times (EAC_i)^2}{\sum_{i=0}^{i=n} (EAC_i)^2}$$

where

l_{avg} is the average route length;

l_i is the cable length from the source to the load i ;

EAC_i is the estimated annual consumption of the load i .

NOTE This method considers that losses are proportional to I^2 ; EAC_i is also weighted with its square value.

Example: Calculation of the average route length for several variants.

The possible locations of transformers, the distribution boards (DB) and cable routes are given (see Table A.1).

V_1 : feeding all distribution boards from location 1

V_2 : feeding all distribution boards from location 2

V_3 : feeding all distribution boards from location 3

V_4 : feeding DB 1 from location 1 and DB 2 and DB 3 from location 2

Table A.1 – Cable length for supply of DB

	Cable length for supply of		
	DB 1	DB 2	DB 3
V_1	9 m	79 m	54 m
V_2	25 m	55 m	30 m
V_3	15 m	79 m	54 m
V_4	9 m	55 m	30 m

DB 1 (store): $P = 120 \text{ kW}$; $EAC = 485,000 \text{ kWh}$

DB 2 (shipment): $P = 80 \text{ kW}$; $EAC = 116,000 \text{ kWh}$

DB 3 (office): $P = 20 \text{ kW}$; $EAC = 45,000 \text{ kWh}$

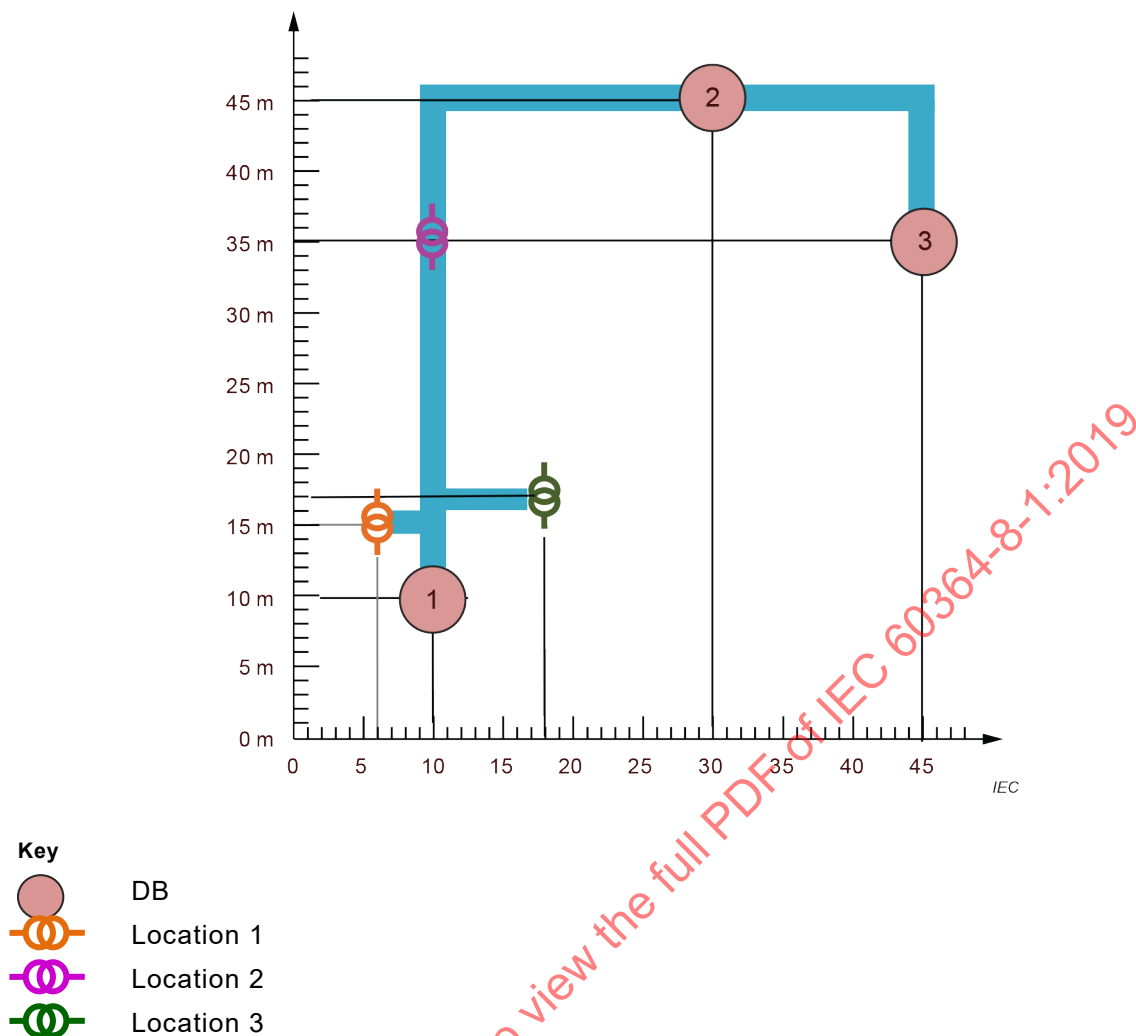


Figure A.4 – Example of location of the barycentre using the average route length method

The average route length is

$$\text{for } V_1: l_{\text{avg}} = \frac{9 \times (485\,000)^2 + 79 \times (116\,000)^2 + 54 \times (45\,000)^2}{(485\,000)^2 + (116\,000)^2 + (45\,000)^2} = 13,12$$

$$\text{for } V_2: l_{\text{avg}} = \frac{25 \times (485\,000)^2 + 55 \times (116\,000)^2 + 30 \times (45\,000)^2}{(485\,000)^2 + (116\,000)^2 + (45\,000)^2} = 26,65$$

$$\text{for } V_3: l_{\text{avg}} = \frac{15 \times (485\,000)^2 + 79 \times (116\,000)^2 + 54 \times (45\,000)^2}{(485\,000)^2 + (116\,000)^2 + (45\,000)^2} = 18,75$$

$$\text{for } V_4: l_{\text{avg}} = \frac{9 \times (485\,000)^2 + 55 \times (116\,000)^2 + 30 \times (45\,000)^2}{(485\,000)^2 + (116\,000)^2 + (45\,000)^2} = 11,64$$

In terms of energy efficiency, V_1 is the best route. V_4 may be a good compromise considering a lower investment and with an efficiency similar to V_1 .

NOTE Methods in Clauses A.1 and A.2 can be used first for finding an alternative location for an infeed in addition to the given ones.

Annex B (normative)

Method to assess the energy efficiency of an electrical installation

B.1 General

The objective of this method is to provide an assessment of the energy efficiency of an electrical installation based on the relevant parameters influencing this efficiency, in accordance with the principles described in the main part of this document. The method applies to both new and existing installations, in premises used for purposes including industrial, commercial, infrastructure and residential.

The way in which the method is applied for residential premises differs in some ways from the way it is applied for other types of premises.

B.2 Electrical installation efficiency classes

The energy efficiency of an electrical installation is rated into one of the following classes from the lower efficiency to the higher efficiency: EE0, EE1, EE2, EE3, EE4, and EE5 (see Figure B.1).

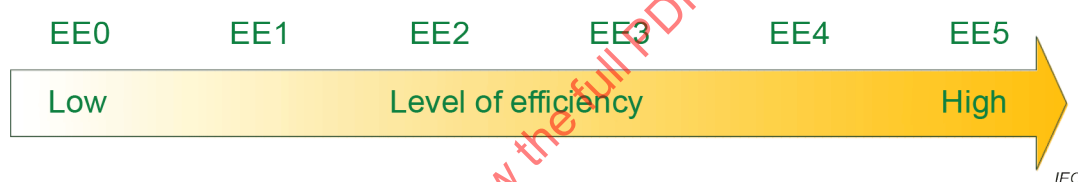


Figure B.1 – Level of efficiency of the electrical installation efficiency classes

B.3 Determination of the electrical installation efficiency class

B.3.1 General

The electrical installation efficiency class is determined by adding together all the points obtained from the tables corresponding to each parameter given in:

- B.3.2 for industrial, commercial installations and infrastructure, or
- B.3.3 for residential.

Where a parameter is not assessed, then 0 point is given for that parameter.

The total number of points is then compared with the number of points given in Table B.1 to determine the electrical installation efficiency class.

Table B.1 – Electrical installation efficiency classes

Electrical installation efficiency classes	Total number of points			
	for residential	for industrial	for commercial	for infrastructure
Class EE0	from 0 to 14	from 0 to 19	from 0 to 18	from 0 to 18
Class EE1	from 15 to 30	from 20 to 38	from 19 to 36	from 19 to 36
Class EE2	from 31 to 49	from 39 to 63	from 37 to 60	from 37 to 59
Class EE3	from 50 to 69	from 64 to 88	from 61 to 84	from 60 to 83
Class EE4	from 70 to 89	from 89 to 113	from 85 to 108	from 84 to 106
Class EE5	90 or more	114 or more	109 or more	107 or more

B.3.2 Industrial, commercial buildings and infrastructures

B.3.2.1 General

For industrial, commercial buildings and infrastructures, the method of assessment uses the parameters according to Table B.2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2019

Table B.2 – Energy efficiency measures

Parameter	Title	See
Initial installation		
II01	Determination of energy consumption	B.3.2.2.1
II02	Consumption and location of the main substation	B.3.2.2.2
II03	Voltage drop	B.3.2.2.3
II04	Efficiency of the transformer(s)	B.3.2.2.4
II05	Efficiency of current using equipment	B.3.2.2.5
Energy management		
EM01	Zones	B.3.2.3.1
EM02	Usages	B.3.2.3.2
EM03	Demand response	B.3.2.3.3
EM04	Meshes	B.3.2.3.4
EM05	Measurement by usages	B.3.2.3.5
EM06	Detection of the occupancy by zone/room	B.3.2.3.6
EM07	Implementation of an energy management system	B.3.2.3.7
EM08	HVAC control	B.3.2.3.8
EM09	Lighting control	B.3.2.3.9
Performance maintenance		
MA01	Implementation of life cycle methodology	B.3.2.4.1
MA02	Frequency of the performance verification procedure	B.3.2.4.2
MA03	Data management	B.3.2.4.3
MA04	Performance of the transformer(s), if any	B.3.2.4.4
MA05	Presence of continuous monitoring for large energy using systems	B.3.2.4.5
Power monitoring		
PM01	Power factor	B.3.2.5.1
PM02	Total harmonic distortion	B.3.2.5.2
Bonus		
BS01	Renewable energy source	B.3.2.6.2
BS02	Electrical energy storage	B.3.2.6.3

B.3.2.2 Initial installation (II)**B.3.2.2.1 Parameter II01: determination of energy consumption**

This parameter takes into account the determination of energy consumption (see 6.2).

The assessment is intended to determine the percentage K_1 of the installation annual energy consumption for each of the loads where the annual energy consumption is measured at the origin of the mesh and the annual energy consumption of the installation.

K_1 is calculated by the following formula where the energy consumption is in kWh:

$$K_1 = \frac{a \times 100}{b}$$

where

- a is the annual energy consumption of the loads having the energy consumption measured at the origin of the mesh they belong to or downstream;
- b is the annual energy consumption of the installation.

The points given to the parameter II01 are determined by the calculation of K_1 and classification according to Table B.3:

Table B.3 – Determination of energy consumption: coverage

K_1	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 50 %	0	0	0
≥ 50 % and < 65 %	1	1	1
≥ 65 % and < 75 %	2	2	2
≥ 75 % and < 83 %	4	4	4
≥ 83 % and < 90 %	6	5	6
≥ 90 %	7	6	7

B.3.2.2.2 Parameter II02: consumption and location of the main substation

This parameter takes into account the effectiveness of location of the main substation (see 6.3).

Based on the barycentre method or similar, the assessment considers the percentage of load consumption taken into account in the method on the one hand and the position of the main substation on the other hand.

The points given to the parameter II02 are determined by:

- calculation of the percentage between the energy consumption taken into account in the method and the total energy consumption on the installation and classification according to Table B.4; and
- R_B calculation and classification according to Table B.5.

Table B.4 – Main substation: consumption

% of consumption vs total consumption	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 50 %	0	0	0
≥ 50 % and < 70 %	2	1	2
≥ 70 % and < 83 %	4	2	4
≥ 83 % and < 90 %	5	3	5
≥ 90 %	6	4	6

In Table B.5, the location of the main substation should be compared with the optimum location calculated with the barycentre method or similar:

$$R_B = \frac{a}{b}$$

where

- a is the distance between the main substation and the optimum location calculated with the barycentre method or similar;
- b is the distance between the most distant load and the optimum location calculated with the barycentre method or similar.

Table B.5 – Main substation: location

R_B	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
$> 0,3$	0	0	0
$\leq 0,3$ and $> 0,16$	2	1	2
$\leq 0,16$ and $> 0,07$	5	3	5
$\leq 0,07$	6	4	6

B.3.2.2.3 Parameter II03: voltage drop

This parameter takes into account the average voltage drop within the installation (see 6.6.1).

The points given to the parameter II03 are determined by the calculation of K_{VD} and classification according to Table B.6.

The method of calculation is the following.

For circuits supplying 80 % or more of the annual energy consumption of the installation, the voltage drop of each circuit shall be determined by calculation.

The average voltage drop of the circuit is calculated by:

$$K_{VD} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \Delta u_i \times c_i \times 100}{\sum_{i=1}^{i=n} c_i}$$

where

- n is the number circuits taken into account;
- Δu_i is the voltage drop of the circuit considered;
- c_i is the annual consumption of the circuit considered.

Table B.6 – Voltage drop

K_{VD}	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
$> 5 \%$	0	0	0
$\leq 5 \%$ and $> 3 \%$	1	1	1
$\leq 3 \%$ and $> 2 \%$	2	2	2
$\leq 2 \%$ and $> 1,5 \%$	4	4	4
$\leq 1,5 \%$ and $> 1 \%$	5	5	5
$\leq 1 \%$	6	6	6

B.3.2.2.4 Parameter II04: efficiency of the transformer(s)

This parameter takes into account the efficiency of the transformer(s) of the installation, if any.

The points given to the parameter II04 are determined by the calculation of η_{TFO} and classification according to Table B.7

Where no transformer is part of the electrical installation, the points obtained are the maximum points of Table B.7 and Table B.23.

The information about the efficiency of the transformer η is provided by the manufacturer of the transformer.

Where the installation has more than one transformer, the efficiency to be considered in Table B.23 should be calculated by the following formula:

$$\eta_{TFO} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \eta_i \times S_i}{\sum_{i=1}^{i=n} S_i}$$

where

- η_{TFO} is the overall efficiency of transformers;
- n is the number of transformer;
- η_i is the peak efficiency index (PEI) of the transformer considered;
- S_i is the nominal apparent power of the transformer considered.

Table B.7 – Efficiency of transformer

η_{TFO}	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 98 %	0	0	0
≥ 98 % and < 99 %	1	1	1
≥ 99 % and < 99,5 %	2	2	2
≥ 99,5 %	3	3	3

NOTE The ranking is based on the efficiency values of power transformers according to IEC TS 60076-20.

B.3.2.2.5 Parameter II05: efficiency of fixed installed current using equipment

This parameter takes into account the efficiency of current using equipment consuming more than 5 % of the total energy consumption (kWh) of the installation.

The points given to the parameter II05 are determined by the calculation of R_{EC} and classification according to Table B.8.

The parameter represents the ratio between the nominal consumption of a replacement of the current using equipment having the same function and the nominal consumption of the installed current using equipment.

R_{EC} is the ratio between:

- nominal consumption of a replacement of current using equipment having the same function (e.g. illumination); and
- nominal consumption of installed current using equipment;

Table B.8 – Efficiency of fixed installed current using equipment

R_{EC}	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
$\geq 1,2$	0	0	0
$\geq 1,05$ and $< 1,2$	2	2	2
$< 1,05$	4	4	4

B.3.2.3 Energy management (EM)**B.3.2.3.1 Parameter EM01: zones**

This parameter takes into account the definition of the zones within the installation (see 7.1).

The points given to the parameter EM01 are determined by the calculation of K_Z and classification according to Table B.9.

The assessment is based on the following equation:

$$K_Z = \frac{a \times 100}{b}$$

where

a is the surface of the installation in m^2 where the zones are defined;

b is the surface of the whole installation in m^2 .

Table B.9 – Zones

K_Z	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
$< 80 \%$	0	0	0
$\geq 80 \%$	1	1	1

B.3.2.3.2 Parameter EM02: usages

This parameter takes into account the number of usages measured within the installation (see 7.2).

The points given to the parameter EM02 are determined by the calculation of K_U and classification according to Table B.10.

The assessment is based on the following equation:

$$K_U = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} a_i \times 100}{b}$$

where

n is the number of usage measured;

a_i is the annual energy consumption for the considered individual usage;

b is the total annual energy consumption of the installation.

Table B.10 – Usages

K_U	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 80 %	0	0	0
≥ 80 %	1	1	1
≥ 80 % and determine for each zone	2	2	2

B.3.2.3.3 Parameter EM03: demand response

The rating of demand response consists of the assessment of the rated power which are able to be shed from the grid and the average duration of the shedding (see 7.3).

The points given to the parameter EM03 are determined by:

- R_D calculation and classification according to Table B.11; and
- duration of the load shedding and classification according to Table B.12.

The assessment is based on the following equation:

$$R_D = \frac{a \times 100}{b}$$

where

a is the sum of the rated power of the current-using equipment with implemented shedding;

b is the rated power of the installation.

Table B.11 – Demand response: coverage

R_D	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 5 %	0	0	0
≥ 5 % and < 10 %	1	1	1
≥ 10 % and < 20 %	2	2	2
≥ 20 % and < 40 %	4	4	4
≥ 40 %	5	5	5

The duration of the load shedding is determined by the maximum duration of the shedding of loads representing at least half of the power liable to be shed.

Table B.12 – Demand response: duration

Duration of the load shedding	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 10 min	0	0	0
≥ 10 min	1	1	1

B.3.2.3.4 Parameter EM04: meshes

This parameter takes into account the meshes within the installation (see 7.4).

The points given to the parameter EM04 are determined by the number of criteria taken into consideration to determine the meshes and classification according to Table B.13.

The rating for the meshes consists of a number of criteria taking into consideration the circuits representing more than 80 % of the total energy consumption of the installation in order to determine the meshes of the installation.

Table B.13 – Meshes

Number of criteria taken into consideration to determine the meshes ^a	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
0	0	0	0
1	2	1	1
2	3	2	2
3	4	4	4
4	5	5	5
More than 4	6	6	6
^a Where the coverage of these criteria applies to the circuits of the installation representing less than 80 % of the total energy consumption of the installation, the point assigned to the installation shall be selected according to the line corresponding to 0 criteria.			

B.3.2.3.5 Parameter EM05: measurement by usages

This parameter takes into account the energy consumption of the loads measured by usages within the installation (see 8.3.1).

Examples of usages are lighting, cooling, heating, motors.

The points given to the parameter EM05 are determined by the calculation of R_{MU} and classification according to Table B.14.

The rating represents the implementation of the relevant power metering and monitoring devices units:

$$R_{MU} = \frac{a \times 100}{b}$$

where

a is the annual energy consumption of the loads measured by usage;

b is the annual energy consumption of the whole installation.

Table B.14 – Measurement by usages

R_{MU}	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 50 %	0	0	0
≥ 50 % and < 70 %	1	2	1
≥ 70 % and < 83 %	2	4	2
≥ 83 % and < 90 %	3	5	3
≥ 90 %	4	6	4

B.3.2.3.6 Parameter EM06: detection of the occupancy by zone/room

This parameter takes into account the detection of the occupancy within the installation (see 7.5.2).

The points given to the parameter EM06 are determined by:

- R_O calculation and classification according to Table B.15; and
- measurement of the number of people in the building and classification according to Table B.16.

The rating represents the energy consumption for which the operation is linked with the occupancy of the zone or the room.

R_O is the ratio between:

- the annual energy consumption of the current using equipment within the zones or the rooms where the occupancy is permanently detected; and
- the annual energy consumption of the installation.

Table B.15 – Occupancy coverage

R_O	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 50 %	0	0	0
≥ 50 % and < 70 %	1	3	2
≥ 70 % and < 83 %	2	6	4
≥ 83 % and < 90 %	3	8	6
≥ 90 %	4	10	8

Table B.16 – Occupancy measurement

Measurement of the number of people in the building	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
No	0	0	0
Yes	2	2	2

B.3.2.3.7 Parameter EM07: implementation of an EEMS

The points given to the parameter EM07 are determined by the calculation of R_I and classification according to Table B.17.

The rating R_l represents the annual energy consumption of the loads managed by or interfaced to an EEMS compared to the annual energy consumption of the installation.

The EEMS may be centralized or dedicated to a load or to groups of loads or interfaced to other building management system.

R_l is the ratio between:

- the annual consumption of the loads managed by or interfaced to an EEMS;
- the annual energy consumption of the installation.

Table B.17 – Energy management system (EEMS)

R_l	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 50 %	0	0	0
≥ 50 % and < 70 %	3	3	2
≥ 70 % and < 83 %	6	6	4
≥ 83 % and < 90 %	10	10	6
≥ 90 %	12	12	8

B.3.2.3.8 Parameter EM08: HVAC control

The assessment refers to the implementation of HVAC control.

The points given to the parameter EM08 are determined by the type of HVAC control implemented and classification according to Table B.18.

Types of HVAC are the following:

- temperature control: HVAC control system having a control of temperature is implemented at least in one part of the installation;
- temperature control at room level: HVAC control system having a control of temperature at least in each room of the building excluding corridor, cellar;
- time and temperature control at room level: HVAC control system having a control of temperature at least in each room of the building excluding corridor, cellar and be able to having different settings based on the time.

Table B.18 – HVAC control

Type of HVAC control	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
No consideration	0	0	0
Temperature control	1	1	1
Temperature control at room level	4	4	4
Time and temperature control at room level	6	6	6

B.3.2.3.9 Parameter EM09: lighting control

The assessment refers to the implementation of automatic lighting control.

The points given to the parameter EM09 are determined by calculation of the percentage of the consumption of lighting automatically controlled and the annual energy consumption of the lighting of the installation, and classification according to Table B.19.

Table B.19 – Lighting control

% of the consumption of lighting automatically controlled	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 10 %	0	0	0
≥ 10 % and < 50 %	1	3	2
≥ 50 %	2	6	4

B.3.2.4 Performance maintenance (MA)

B.3.2.4.1 Parameter MA01: implementation of life cycle methodology

This parameter takes into account the implementation of a performance maintenance process of the electrical installation.

The points given to the parameter MA01 are determined by the implementation of a performance maintenance programme according to 9.3.2 and classification according to Table B.20.

Table B.20 – Performance maintenance process

Performance maintenance process is implemented	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
No	0	0	0
Yes	8	8	8

B.3.2.4.2 Parameter MA02: frequency of the performance verification process

How often is the energy performance of the installation verified and optimized?

If the ongoing verification and the optimization is performed automatically such as by software, the frequency to consider for the table is daily.

The points given to the parameter MA02 are determined by the frequency of performance verification according to 9.3.3 and classification according to Table B.21.

Table B.21 – Frequency of the performance verification process

Frequency of performance verification	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
Less than once a year	0	0	0
Yearly	1	1	1
Quarterly	2	4	2
Monthly	3	6	4
Weekly	5	7	6
Daily	6	8	8

B.3.2.4.3 Parameter MA03: data management

The rating represents the ability to keep the historical of data representing the key parameters of the installation.

The points given to the parameter MA03 are determined by the duration of the storage of data and classification according to Table B.22.

Table B.22 – Data management

Data stored	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 1 year of history	0	0	0
≥ 1 year and < 5 years	4	4	4
≥ 5 years	10	8	8

B.3.2.4.4 Parameter MA04: performance of the transformer(s)

This parameter takes into account the working point of the transformer(s) of the installation, if any.

Where no transformer is part of the electrical installation, the points obtained are the maximum points of Table B.23.

The points given to the parameter MA04 are determined by the calculation of R_{ET} and classification according to Table B.23.

The working point of the transformer WP_{TFO} is provided by the manufacturer of the transformer.

During normal operation, the average power delivered by the transformer for the period of time considered should be compared to the working point of the transformer WP_{TFO} .

For each transformer, R_{WP} is the ratio between:

- the average power delivered by the transformer during operation of the installation for the period of time considered;
- the power corresponding to the working point of the transformer WP_{TFO} .

R_{ET} is the ratio between:

- the number of transformers having a ratio R_{WP} above 1,2 or below 0,8;
- the number of transformers of the electrical installation.

Table B.23 – Working point of transformer

R_{ET}	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
≥ 0,2	0	0	0
< 0,2	1	1	1

B.3.2.4.5 Parameter MA05: presence of continuous monitoring for large energy using systems

Large energy using systems are systems which consume over 10 % of the energy of the installation for example cooling systems, heating systems and heat recovery systems.

The presence of continuous monitoring with automatic warning in case of variances of the electrical energy consumption of large energy using systems is required to maximize energy efficiency.

The points given to the parameter MA05 are determined by the presence of continuous monitoring for large energy using systems and classification according to Table B.24.

Table B.24 – Presence of continuous monitoring for large energy using systems

Presence of continuous monitoring	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
No	0	0	0
Yes	5	5	5

B.3.2.5 Power monitoring (PM)

B.3.2.5.1 Parameter PM01: power factor

This parameter is based on the value of the power factor measured at the origin of the installation.

The points given to the parameter PM01 are determined by the value of power factor measured at the origin of the installation and classification according to Table B.25.

Where the distribution system operator (DSO) requires a specific value of power factor below 0,95 and this value is reached, the points allocated to this parameter correspond to the line value of power factor > 0,95 in the table.

Table B.25 – Power factor

Value of the power factor	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 0,85 or no measurement	0	0	0
≥ 0,85 and < 0,90	1	1	1
≥ 0,90 and < 0,93	2	2	2
≥ 0,93 and < 0,95	4	3	4
≥ 0,95	6	4	6

B.3.2.5.2 Parameter PM02: total harmonic distortion (THD)

This parameter is based on the value of the total harmonic distortion measured at the origin of the installation.

The points given to the parameter PM02 are determined by:

- the value of THD_U measured at the origin of the installation and classification according to Table B.26; or
- the value of THD_I measured at the origin of the installation and classification according to Table B.27, if the value of THD_I is available.

Either Table B.26 or Table B.27 may be used depending on the availability of the voltage or current THD measurement.

Where the measurement of THD_I is available, only Table B.27 should be used.

Table B.26 – THD_U

THD_U	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
$\geq 7\%$ or no measurement	0	0	0
$\geq 4\%$ and $< 7\%$	1	1	1
$\geq 3\%$ and $< 4\%$	2	2	2
$< 3\%$	4	3	4

Table B.27 – THD_I

THD_I	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
$\geq 20\%$ or no measurement	0	0	0
$\geq 10\%$ and $< 20\%$	1	1	1
$\geq 5\%$ and $< 10\%$	2	2	2
$< 5\%$	4	3	4

B.3.2.6 Bonus (BS)

B.3.2.6.1 General

The below bonus parameters allow to get additional points as an incentive for improving overall energy efficiency.

B.3.2.6.2 Parameter BS01: renewable energy

The points given to the parameter BS01 are determined by the calculation of R_{PRE} and classification according to Table B.28.

The rating represents the ratio between the production locally made by renewable energy and the total energy consumption of the installation.

Renewable energy is the production of electrical energy from either PV, wind turbine, hydro power, geothermal, biomass.

R_{PRE} is the ratio between:

- annual electrical energy production of the renewable sources;
- total annual electrical energy consumption of the installation.

Table B.28 – Renewable energy

R_{PRE}	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 5 %	0	0	0
≥ 5 % and < 15 %	1	1	1
≥ 15 % and < 30 %	2	2	2
≥ 30 % and < 50 %	3	3	3
≥ 50 % and < 80 %	4	4	4
≥ 80 %	5	5	5

B.3.2.6.3 Parameter BS02: electrical energy storage

The points given to the parameter BS02, only when it is associated with renewable energy production, are determined by the calculation of R_{PES} and classification according to Table B.29.

The rating represents the ratio between the installed electrical energy storage capacity and the daily average energy consumption of the installation.

R_{PES} is the ratio between:

- maximum power storage sources;
- total annual electrical energy consumption of the installation divided by 360 days.

Table B.29 – Electrical energy storage

R_{PES}	Points for industrial building	Points for commercial building	Points for infrastructure
< 1 %	0	0	0
≥ 1 % and < 5 %	1	1	1
≥ 5 % and < 10 %	2	2	2
≥ 10 %	3	3	3

B.3.3 Residential**B.3.3.1 General**

For residential, the method of assessment uses the parameters described in Table B.30.

Table B.30 – Energy efficiency measures parameters

Parameter	Title	See
Initial installation		
II01	Determination of energy consumption	B.3.3.2
Energy management		
EM01	Zones	
EM03	Demand response	B.3.3.3
EM04	Meshes	B.3.3.4
EM08	HVAC control	B.3.3.5
EM09	Lighting control	B.3.3.6
EM05	Measurement by usage	B.3.3.7
Bonus		
BS01	Renewable energy	B.3.3.8.2
BS02	Electrical energy storage	B.3.3.8.3

B.3.3.2 Parameter II01: determination of energy consumption**B.3.3.2.1 General**

This parameter takes into account the determination of energy consumption (see 6.2).

The points given to the parameter II01 are determined by the calculation of K_1 and classification according to Table B.31.

The assessment is intended to determine the percentage K_1 of the annual consumption of the loads having their energy consumption measured at the origin of the mesh or downstream and the annual energy consumption of the installation.

K_1 is calculated by the following formula, where the energy consumption is in kWh:

$$K_1 = \frac{a \times 100}{b}$$

where

- a is the annual energy consumption of the loads having their energy consumption measured at the origin of the mesh they belong to or downstream;
- b is the annual energy consumption of the installation.

Table B.31 – Determination of energy consumption

K_1	Points
< 40 %	0
≥ 40 % and < 50 %	2
≥ 50 % and < 60 %	6
≥ 60 % and < 80 %	10
≥ 80 % and < 90 %	16
≥ 90 %	20

B.3.3.2.2 Parameter EM01: zones

This parameter takes into account the definition of the zones within the installation (see 7.1).

The points given to the parameter EM01 are determined by the calculation of K_Z and classification according to Table B.32.

The assessment is based on the following equation:

$$K_Z = \frac{a \times 100}{b}$$

where

a is the surface of the installation in m^2 where the zones are defined;

b is the surface of the whole installation in m^2 .

Table B.32 – Zones

K_Z	Points
< 40 %	0
≥ 40 % and < 60 %	1
≥ 60 % and < 80 %	2
≥ 80 %	3

B.3.3.3 Parameter EM03: demand response coverage

The rating of demand response consists of the assessment of the rated power of the loads which are able to be shed (see 7.3).

The points given to the parameter EM03 are determined by the calculation of R_D and classification according to Table B.33.

The assessment is based on the following equation:

$$R_D = \frac{a \times 100}{b}$$

where

a is the sum of the rated power of the current-using equipment with implemented shedding;

b is the rated power of the installation.

Table B.33 – Demand response coverage

R_D	Points
< 10 %	0
≥ 10 % and < 50 %	4
≥ 50 % and < 80 %	10
≥ 80 %	16

B.3.3.4 Parameter EM04: meshes

This parameter takes into account the meshes within the installation (see 7.4).

The points given to the parameter EM04 are determined by the number of criteria taken into consideration to determine the meshes and classification according to Table B.34.

The rating for the meshes consists of a number of criteria taking into consideration the circuits representing more than 80 % of the total energy consumption of the installation in order to determine the meshes of the installation.

Table B.34 – Meshes

Number of criteria taken into consideration to determine the meshes	Points
0 or less than 80 % of the circuits are considered ^a	0
1	2
2	5
3	10
4	15
More than 4	20
^a Where the coverage of these criteria applies to the circuits of the installation representing less than 80 % of the total annual energy consumption of the installation, the point assigned to the installation shall be selected according to the line corresponding to 0 criteria.	

B.3.3.5 Parameter EM08: HVAC control

The assessment refers to the implementation of HVAC control.

The points given to the parameter EM08 are determined by the type of HVAC control implemented and classification according to Table B.35.

Types of HVAC are the following:

- temperature control: HVAC control system having a control of temperature is implemented at least in one part of the installation;
- temperature control at room level: HVAC control system having a control of temperature at least in each room of the building excluding corridor, cellar;
- time and temperature control at room level: HVAC control system having a control of temperature at least in each room of the building excluding corridor, cellar and be able to have different settings based on the time.

Table B.35 – HVAC control

Type of HVAC control	Points
No consideration	0
Temperature control	6
Temperature control at room level	12
Time and temperature control at room level	18

B.3.3.6 Parameter EM09: lighting control

The assessment refers to the implementation of automatic lighting control. The points given to the parameter EM09 are determined by the ratio between the annual energy consumption of lighting automatically controlled and the annual energy consumption of the lighting of the installation and classified according to Table B.36.

Table B.36 – Lighting control

% of the consumption of lighting automatically controlled	Points
< 10 %	0
≥ 10 % and < 50 %	2
≥ 50 %	6

B.3.3.7 Parameter EM05: measurement by usage

The points given to the parameter EM05 are determined by the number of usages measured and classification according to Table B.37.

The rating refers to the implementation of the relevant power metering and monitoring devices for having a measurement of the energy for a determined usage.

Measurement by usage should cover at least different usages, for example heating, water heater, air conditioning, socket outlet circuits, others.

Table B.37 considers the number of usage covered by measurement.

Table B.37 – Measurement by usage

Number of usage measured	Points
0	0
≥ 1 and < 2	4
≥ 2 and < 3	10
≥ 3 and < 4	16
≥ 4	20

B.3.3.8 Bonus (BS)**B.3.3.8.1 General**

The below bonus parameters allow to get additional points as an incentive for improving overall energy efficiency.

B.3.3.8.2 Parameter BS01: renewable energy

The points given to the parameter BS01 are determined by the calculation of R_{PRE} and classification according to Table B.38.

The rating represents the ratio between the production locally made by renewable energy and the total energy consumption of the installation.

Renewable energy is the production of electrical energy from either PV, wind turbine, hydro power, geothermal, biomass.

R_{PRE} is the ratio between:

- annual electrical energy production of the renewable sources;
- total annual electrical energy consumption of the installation.

Table B.38 – Renewable energy

R_{PRE}	Points
< 5 %	0
≥ 5 % and < 30 %	2
≥ 30 % and < 60 %	3
≥ 60 % and < 80 %	4
≥ 80 %	6

B.3.3.8.3 Parameter BS02: electrical energy storage

The points given to the parameter BS02, only when it is associated with renewable energy production, are determined by the calculation of R_{PES} and classification according to Table B.39.

The rating represents the ratio between the installed electrical energy storage capacity and the daily average energy consumption of the installation.

R_{PES} is the ratio between:

- maximum power storage sources;
- total annual load electrical energy consumption of the installation divided by 365.

Table B.39 – Electrical energy storage

R_{PES}	Points
< 5 %	0
≥ 5 % and < 15 %	1
≥ 15 % and < 30 %	2
≥ 30 %	3

Annex C (informative)

List of notes concerning certain countries

Table C.1 contains a list of notes concerning certain countries.

Table C.1 – Notes concerning certain countries

Country	Clause N°	Wording
CH	1	Add the following note: In Switzerland, such mandatory requirements are given for instance in: Energiegesetz (EnG) SR 730.0 Energieverordnung (EnV) SR 730.1 SIA 380/4: Elektrische Energie im Hochbau SIA 387/4: Elektrizität in Gebäuden – Beleuchtung SIA 2056: Elektrizität in Gebäuden – Energie- und Leistungsbedarf
AT	Annex B	Add the following note: In Austria, Annex B is valid as informative only
UK	Annex B	Add the following note: In UK, Annex B is valid as informative only

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2019

Bibliography

IEC 60034-30-1, *Rotating electrical machines – Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors* (IE code)

IEC 60050-826, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-881, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 881: Radiology and radiological physics* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC TS 60076-20, *Power transformers – Part 20: Energy efficiency*

IEC 60287-3-2, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 3-2: Sections on operating conditions – Economic optimization of power cable size*

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

IEC 60364-5-52:2009, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

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

IEC 60364-7-712:2017, *Low-voltage electrical installations – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

IEC 60947-6-1:2005, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment*

IEC 60947-6-1:2005/AMD1:2013

IEC 61800-9-1, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 9-1: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications – General requirements for setting energy efficiency standards for power driven equipment using the extended product approach (EPA) and semi analytic model (SAM)*

IEC 61800-9-2, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 9-2: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications – Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters*

IEC 62052-11, *Electricity metering equipment (a.c.) – General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment*

IEC 62586-1, *Power quality measurement in power supply systems – Part 1: Power quality instruments (PQI)*

IEC 62962, *Particular requirements for load-shedding equipment (LSE)*³

³ Under preparation. Stage at the time of publication IEC PRVC 62962:2018.

IEC 62974-1, *Monitoring and measuring systems used for data collection, gathering and analysis – Part 1: Device requirements*

IEC 62991, *Particular requirements for switching equipment to control power sources (SECPS)*⁴

ISO 20140 (all parts), *Automation systems and integration – Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment*

ISO 50001, *Energy management systems – Requirements with guidance for use*

ISO 50006, *Energy management systems – Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) – General principles and guidance*

NEMA guide TP1, *Guide for Determining Energy Efficiency for Distribution Transformers*

IEEE C57.12.00-2000, *IEEE Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*

⁴ Under preparation. Stage at the time of publication IEC/ACD 62991:2018.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	78
INTRODUCTION	80
1 Domaine d'application	82
2 Références normatives	82
3 Termes, définitions et termes abrégés	83
3.1 Généralités	83
3.2 Management de l'énergie électrique	85
3.3 Mesurage de l'énergie	85
3.4 Secteurs d'activités	87
3.5 Termes abrégés	87
4 Généralités	88
4.1 Principes fondamentaux	88
4.1.1 Sécurité de l'installation électrique	88
4.1.2 Disponibilité de l'énergie électrique et décision de l'utilisateur	88
4.1.3 Principes de conception	88
4.2 Évaluation de l'efficacité énergétique pour les installations électriques	88
4.2.1 Généralités	88
4.2.2 Plan d'action suivant une évaluation selon l'Annexe B	89
5 Secteurs d'activités	89
6 Exigences et recommandations relatives à la conception	89
6.1 Généralités	89
6.2 Détermination du profil d'énergie de charge	89
6.3 Détermination de l'emplacement du transformateur et du tableau de distribution par la méthode du barycentre	90
6.4 Poste HT/BT	90
6.4.1 Généralités	90
6.4.2 Nombre optimal et emplacement des postes HT/BT	90
6.4.3 Point de fonctionnement du transformateur	90
6.4.4 Efficacité du transformateur	91
6.5 Efficacité de la production locale et du stockage local	91
6.6 Pertes dans le câblage	91
6.6.1 Chute de tension	91
6.6.2 Sections des conducteurs	91
6.6.3 Correction du facteur de puissance	92
6.6.4 Réduction des effets des courants harmoniques	92
7 Détermination des zones, des utilisations et des mailles	92
7.1 Détermination des zones	92
7.2 Détermination des utilisations dans les zones identifiées	93
7.3 Gestion de la demande	93
7.4 Détermination des mailles	93
7.4.1 Généralités	93
7.4.2 Mailles	94
7.4.3 Critères pour définir les mailles	94
7.5 Paramètres moteurs	96
7.5.1 Généralités	96
7.5.2 Occupation	96

7.5.3	Temps de fonctionnement.....	96
7.5.4	Conditions d'environnement.....	96
7.5.5	Coût de l'électricité	96
7.6	Impacts sur la conception d'une installation électrique	96
8	Système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges	97
8.1	Généralités	97
8.2	Spécification de l'utilisateur	98
8.2.1	Généralités	98
8.2.2	Exigences relatives aux charges.....	98
8.2.3	Exigences relatives aux alimentations	98
8.3	Données d'entrée à partir des charges, des capteurs et des prévisions.....	98
8.3.1	Généralités	98
8.3.2	Communication.....	104
8.3.3	Enregistrement des données	104
8.3.4	Charges.....	104
8.3.5	Prévisions.....	106
8.4	Données d'entrée issues des alimentations: disponibilité et tarification de l'énergie.....	106
8.5	Surveillance des performances de l'installation électrique.....	106
8.6	Gestion des charges par le biais de mailles	107
8.6.1	Généralités	107
8.6.2	Système de management de l'énergie électrique (EEMS)	107
8.7	Gestion de sources d'alimentation multiples: réseau, production et stockage locaux de l'électricité	107
9	Maintenance et renforcement des performances de l'installation.....	108
9.1	Méthodologie	108
9.2	Méthodologie de cycle de vie de l'installation	110
9.3	Cycle de vie de l'efficacité énergétique	110
9.3.1	Généralités	110
9.3.2	Programme de maintenance des performances	110
9.3.3	Vérification	110
9.4	Gestion des données	111
9.5	Maintenance	111
10	Paramètres pour la mise en œuvre des mesures d'efficacité	111
10.1	Généralités	111
10.2	Mesures d'efficacité	111
10.2.1	Matériel d'utilisation.....	111
10.2.2	Installation électrique.....	113
10.2.3	Mise en œuvre de systèmes de management	114
10.2.4	Alimentation locale	116
11	Actions pour l'efficacité énergétique	117
Annexe A (informative)	Détermination de l'emplacement du transformateur et du tableau de distribution par la méthode du barycentre	118
A.1	Méthode du barycentre	118
A.2	Barycentre de charge totale	121
A.2.1	Généralités	121
A.2.2	Emplacements des tableaux de distribution secondaire	123
A.2.3	Processus itératif.....	123
A.3	Méthode de la longueur de parcours moyenne	124

Annexe B (normative) Méthode d'évaluation de l'efficacité énergétique d'une installation électrique	126
B.1 Généralités	126
B.2 Classes d'efficacité des installations électriques	126
B.3 Détermination de la classe d'efficacité de l'installation électrique.....	126
B.3.1 Généralités	126
B.3.2 Bâtiments et infrastructures industriels et commerciaux.....	127
B.3.3 Installations résidentielles.....	142
Annexe C (informative) Liste des notes concernant certains pays	147
Bibliographie.....	148
Figure 1 – Présentation d'un système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges.....	98
Figure 2 – Schéma de distribution électrique	101
Figure 3 – Exemple de sélection de matériel de mesure dans une installation.....	103
Figure 4 – Processus itératif de la gestion de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique.....	109
Figure A.1 – Exemple 1: Schéma d'implantation de l'installation de production avec les charges prévues et le barycentre calculé	121
Figure A.2 – Exemple 2: barycentre calculé	121
Figure A.3 – Exemple d'emplacement du barycentre dans un bâtiment industriel	123
Figure A.4 – Exemple d'emplacement du barycentre par la méthode de la longueur de parcours moyenne	125
Figure B.1 – Niveau d'efficacité des classes d'efficacité des installations électriques.....	126
Tableau 1 – Applications de mesure	100
Tableau 2 – Présentation des besoins pour le comptage et la surveillance du réseau électrique.....	101
Tableau 3 – Processus de gestion de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique et responsabilités.....	109
Tableau A.1 – Longueur de câble d'alimentation de DB	124
Tableau B.1 – Classes d'efficacité des installations électriques	127
Tableau B.2 – Mesures d'efficacité énergétique	128
Tableau B.3 – Détermination de la consommation d'énergie: couverture.....	129
Tableau B.4 – Poste principal: consommation.....	129
Tableau B.5 – Poste principal: emplacement.....	130
Tableau B.6 – Chute de tension	130
Tableau B.7 – Efficacité du transformateur	131
Tableau B.8 – Efficacité du matériel d'utilisation installé fixe.....	132
Tableau B.9 – Zones.....	132
Tableau B.10 – Utilisations	133
Tableau B.11 – Gestion de la demande: couverture	133
Tableau B.12 – Gestion de la demande: durée.....	134
Tableau B.13 – Mailles	134
Tableau B.14 – Mesurage par utilisations	135
Tableau B.15 – Couverture de l'occupation.....	135

Tableau B.16 – Mesurage de l'occupation.....	135
Tableau B.17 – Système de management de l'énergie électrique (EEMS).....	136
Tableau B.18 – Commande CVCA	136
Tableau B.19 – Commande d'éclairage.....	137
Tableau B.20 – Processus de maintien des performances	137
Tableau B.21 – Fréquence du processus de vérification des performances.....	138
Tableau B.22 – Gestion des données.....	138
Tableau B.23 – Point de fonctionnement de transformateur	139
Tableau B.24 – Présence d'une surveillance continue pour systèmes gros consommateurs d'énergie	139
Tableau B.25 – Facteur de puissance	140
Tableau B.26 – THD_U	140
Tableau B.27 – THD_I	140
Tableau B.28 – Énergies renouvelables	141
Tableau B.29 – Stockage d'énergie électrique	141
Tableau B.30 – Paramètres des mesures d'efficacité énergétique.....	142
Tableau B.31 – Détermination de la consommation d'énergie.....	143
Tableau B.32 – Zones	143
Tableau B.33 – Couverture de la gestion de la demande	144
Tableau B.34 – Mailles	144
Tableau B.35 – Commande CVCA	145
Tableau B.36 – Commande d'éclairage.....	145
Tableau B.37 – Mesurage par utilisation.....	145
Tableau B.38 – Énergies renouvelables	146
Tableau B.39 – Stockage d'énergie électrique	146
Tableau C.1 – Notes concernant certains pays	147

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BASSE TENSION –

Partie 8-1: Aspects fonctionnels – Efficacité énergétique

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60364-8-1 a été établie par le comité d'études 64 de l'IEC: Installations électriques et protection contre les chocs électriques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) révision de l'Annexe B;
- b) révision de 4.2: évaluation de l'efficacité énergétique pour les installations électriques;
- c) mise à jour de 8.3: Données d'entrée à partir des charges, des capteurs et des prévisions;
- d) introduction de nouvelles définitions.

La présente version bilingue (2021-02) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2019-02.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Il a le statut d'une publication groupée d'efficacité énergétique conformément au Guide IEC 118 et au Guide IEC 119.

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

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

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

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

Le contenu du corrigendum de mai 2019 est inclus dans cet exemplaire.

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

INTRODUCTION

L'optimisation des utilisations de l'énergie électrique peut être facilitée par des considérations appropriées en matière de conception et d'installation. Une installation électrique peut fournir le niveau exigé de service et de sécurité pour la plus faible consommation électrique possible. Les concepteurs prennent en considération cette disposition comme une exigence générale de leurs procédures de conception afin d'établir le meilleur usage de l'énergie électrique. Outre les nombreux paramètres pris en compte dans la conception des installations électriques, une plus grande importance est accordée de nos jours à la réduction des pertes au sein du système et à son utilisation. La conception de l'ensemble de l'installation doit donc prendre en compte les données d'entrée provenant des utilisateurs, des fournisseurs et des régies d'électricité.

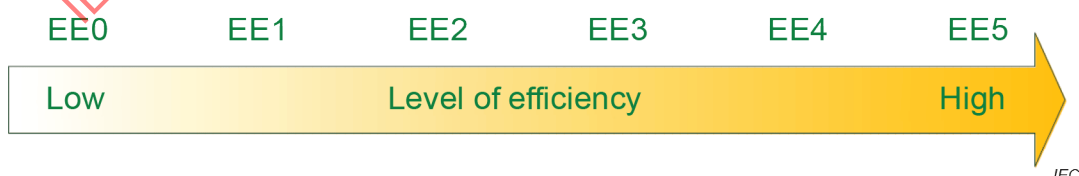
Il est important que le présent document couvre aussi bien les installations électriques existantes que les nouvelles dans les bâtiments. Des améliorations significatives globales de l'efficacité énergétique peuvent être obtenues dans la rénovation de bâtiments existants.

L'optimisation de l'utilisation de l'électricité est fondée sur la gestion de l'efficacité énergétique qui est elle-même fondée sur le prix de l'électricité, la consommation électrique et l'adaptation en temps réel. L'efficacité est contrôlée au moyen de mesurages pendant toute la durée de vie de l'installation électrique. Cette procédure permet d'identifier toutes les possibilités d'améliorations et de corrections. Ces améliorations et corrections peuvent être mises en œuvre par reprise de la conception ou par remplacement du matériel. Le but est de fournir une conception pour une installation électrique efficace qui permet un processus de management de l'énergie adapté aux besoins de l'utilisateur, et ce, pour un investissement acceptable. Le présent document introduit d'abord les différentes mesures fondées sur les économies d'énergie (kWh) pour assurer une installation efficace énergétiquement. Ensuite, il fournit des recommandations pour établir la priorité des mesures en fonction du retour sur investissement, c'est-à-dire que l'économie d'énergie électrique et la réduction des coûts de l'énergie électrique sont divisées par le montant des investissements.

Le présent document vise à fournir les exigences et les recommandations pour la partie électrique du système de management de l'énergie traité par l'ISO 50001.

Il présente les exigences, les recommandations et les méthodes applicables à la conception et à l'évaluation de l'efficacité énergétique d'une installation électrique dans le cadre d'une approche de gestion de l'efficacité énergétique afin d'obtenir la fonctionnalité équivalente au meilleur service permanent pour la consommation d'énergie électrique la plus faible et la disponibilité de l'énergie et l'équilibre économique les plus acceptables.

La méthode d'évaluation décrite à l'Annexe B fondée sur l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique de l'installation permet de classer les installations efficaces énergétiquement selon les niveaux suivants:



Anglais	Français
Low	Bas
Level of efficiency	Niveau d'efficacité
High	Élevé

NOTE Le cas échéant, les tâches induites (travaux de génie civil, compartimentalisation) et la nécessité de s'attendre ou non à l'aptitude à la modification de l'installation peuvent être prises en compte.

Le présent document introduit les exigences et les recommandations pour concevoir l'installation adéquate afin de donner la possibilité d'améliorer la gestion des performances énergétiques de l'installation par le locataire/utilisateur ou, par exemple, le gestionnaire d'énergie.

Toutes les exigences et recommandations de la présente partie de l'IEC 60364 renforcent les exigences contenues dans les Parties 1 à 7 de la série IEC 60364.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2019

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BASSE TENSION –

Partie 8-1: Aspects fonctionnels – Efficacité énergétique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60364 fournit des exigences, des mesures et des recommandations supplémentaires pour la conception, la mise en œuvre, le fonctionnement et la vérification de tous types d'installations électriques à basse tension comportant la production locale et le stockage local de l'énergie pour optimiser l'utilisation efficace globale de l'électricité.

Elle présente les exigences, les recommandations et les méthodes applicables à la conception et à l'évaluation de l'efficacité énergétique (EE) d'une installation électrique dans le cadre d'une approche de gestion de l'efficacité énergétique afin d'obtenir la fonctionnalité équivalente au meilleur service permanent pour la consommation d'énergie électrique la plus faible et la disponibilité de l'énergie et l'équilibre économique les plus acceptables.

Ces exigences, recommandations et méthodes s'appliquent, dans les limites du domaine d'application de l'IEC 60364 (toutes les parties), aux installations neuves et à la modification des installations existantes.

Le présent document est applicable à l'installation électrique d'un bâtiment ou d'un système et ne s'applique pas aux produits. L'efficacité énergétique des produits et leurs exigences opérationnelles sont couvertes par les normes de produits concernées.

Lorsqu'une autre norme fournit des exigences spécifiques à un système particulier ou une application d'installation particulière (par exemple, les systèmes de fabrication couverts par l'ISO 20140 (toutes les parties)), ces exigences peuvent remplacer celles du présent document.

Le présent document ne traite pas spécifiquement des systèmes d'automatisation de bâtiments.

La présente publication groupée d'efficacité énergétique est principalement destinée à être utilisée comme une norme d'efficacité énergétique pour les installations électriques à basse tension citées à l'Article 1, mais elle est également destinée à être utilisée par les comités d'études lors de l'élaboration de normes, conformément aux principes fixés dans le Guide IEC 119 et le Guide IEC 118.

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 61557-12, *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 61869-2, *Transformateurs de mesure – Partie 2: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant*

IEC 62053-21, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 21: Compteurs statiques d'énergie active (classes 1 et 2)*

IEC 62053-22, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 22: Compteurs statiques d'énergie active (classes 0,2 S et 0,5 S)*

IEC Guide 118, *Inclusion of energy efficiency aspects in electrotechnical publications* (disponible en anglais seulement)

IEC Guide 119, *Preparation of energy efficiency publications and the use of basic energy efficiency publications and group energy efficiency publications* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions et termes abrégés

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

3.1 Généralités

3.1.1 zone

aire (ou surface) qui définit une partie d'une installation

Note 1 à l'article: Des exemples d'une zone peuvent être une cuisine de 20 m² ou une aire de stockage de 500 m².

3.1.2 matériel d'utilisation

matériel électrique destiné à transformer l'énergie électrique en une autre forme d'énergie, par exemple lumineuse, calorifique, mécanique

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-16-02]

3.1.3 installation électrique

ensemble de matériels électriques associés ayant des caractéristiques coordonnées en vue d'une application donnée

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-10-01]

3.1.4 utilisation

type d'application pour lequel l'électricité est utilisée

EXEMPLE: éclairage, chauffage.

3.1.5 profil d'énergie de charge

chiffre qui représente la consommation d'énergie (axe Y) au cours d'une durée donnée (axe X) d'après les mesurages effectués pour une maille ou un groupe de mailles

EXEMPLE: Consommation horaire d'énergie pendant une semaine.

3.1.6

profil de demande en énergie

chiffre qui représente la demande en énergie (axe Y) pendant une période donnée d'intégration au cours d'une durée donnée (axe X) d'après les mesurages effectués pour une maille ou un groupe de mailles

3.1.7

efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique

EEE

approche système pour optimiser l'efficacité de l'utilisation d'électricité

Note 1 à l'article: Les mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique tiennent compte des considérations suivantes:

- à la fois la consommation (kWh) et le prix de l'électricité;
- les technologies;
- l'impact environnemental.

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

3.1.8

maille

un ou plusieurs circuits de l'installation électrique pour une ou plusieurs zones qui comportent un ou plusieurs services qui alimentent un groupe de matériels électriques pour les besoins de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique

3.1.9

mesure active pour l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique

mesure opérationnelle, commandée manuellement ou automatiquement, pour l'optimisation de l'efficacité énergétique de l'installation électrique

EXEMPLE: Commande thermostatique, commande par voyant d'occupation, systèmes de commande par optimisation de bâtiment.

3.1.10

mesure passive pour l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique

mesure qui permet d'optimiser l'efficacité énergétique de l'installation électrique par le choix et la mise en œuvre des matériels électriques autres que le matériel de commande

EXEMPLE: Choix et emplacement des transformateurs, section des câbles, acheminement des canalisations, sous-division des circuits.

3.1.11

classe d'efficacité de l'installation électrique

niveau défini d'efficacité énergétique pour une installation électrique

Note 1 à l'article: Voir l'Annexe B.

3.1.12

paramètre moteur

facteurs externes qui affectent l'efficacité énergétique

EXEMPLE: Règlements, conditions d'environnement, occupation, prix de l'énergie et exigences de gestion, mode de fonctionnement, cycle de service, courbes de charge, état, fonctionnement, paramètres, température interne, niveaux d'éclairage, volume de production.

3.1.13

méthode du barycentre

procédure qui permet d'optimiser la position de la ou des sources d'énergie et des charges en tenant compte de l'efficacité énergétique

3.1.14**évaluation de l'EE**

procédé qui permet de déterminer la classe d'efficacité de l'installation électrique d'une installation

3.2 Management de l'énergie électrique**3.2.1****système de management 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: L'abréviation "EEMS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "electrical energy management system".

3.2.2**délestage**

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

3.2.3**gestion de la demande**

variations de l'utilisation de l'électricité par des consommateurs finaux par rapport à leur mode normal de consommation en réponse aux variations du prix de l'électricité dans le temps ou aux primes de performance destinées à induire une diminution de l'utilisation de l'électricité lorsque les prix du marché de gros sont élevés ou lorsque la fiabilité du système est compromise

3.2.4**interface utilisateur**

moyen qui permet à l'utilisateur de surveiller et/ou de commander l'installation électrique, de manière locale ou distante

EXEMPLE: Signal visuel ou sonore, affichage local, téléaffichage, boutons-poussoirs.

3.3 Mesurage de l'énergie**3.3.1****mesurage**

processus d'obtention d'une ou de plusieurs valeurs qui peuvent être attribuées à une grandeur

3.3.2**surveillance**

recueil et évaluation, assurés de façon continue, des informations appropriées, y compris les mesures, ayant pour objet d'identifier les écarts et de déterminer l'efficacité des moyens et des méthodes

[SOURCE: IEC 60050-881:1983, 881-16-02, modifiée – ajout de "d'identifier les écarts et"; suppression de "de protection contre les rayonnements"].

3.3.3

dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique

PMD

combinaison dans un ou plusieurs dispositifs de plusieurs modules fonctionnels dédiés au comptage et à la surveillance des paramètres électriques dans les systèmes de distribution de l'énergie ou les installations électriques, utilisés pour des applications telles que l'efficacité énergétique, la surveillance de l'alimentation et les performances d'un réseau

Note 1 à l'article: L'abréviation "PMD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "power metering and monitoring device".

3.3.4

facturation

processus qui permet aux fournisseurs d'énergie ou à leurs représentants de facturer leurs clients selon un contrat défini

Note 1 à l'article: Ces applications peuvent être couvertes par des normes ou règlements internationaux, tels que la directive MID en Europe ou NMI en Australie, et/ou les spécifications relatives aux régies d'électricité.

3.3.5

sous-facturation

processus qui permet au gestionnaire immobilier de ventiler une facture d'énergie du fournisseur d'énergie et de facturer les locataires spécifiques suivant le cas

3.3.6

répartition des coûts

processus qui permet à un gestionnaire des installations de prendre en compte les coûts énergétiques qui proviennent des centres internes de coûts qui consomment de l'énergie

EXEMPLE: Chaîne de fabrication, essai et examen, gestion.

3.3.7

estimation

processus d'évaluation d'une ou de plusieurs valeurs qui peuvent être attribuées à une grandeur

Note 1 à l'article: L'estimation réalisée par une personne compétente peut fournir des données dont l'exactitude est raisonnable.

3.3.8

prévision

estimation de la valeur prévue d'un paramètre à une date future donnée

3.3.9

taux de distorsion harmonique total de l'onde de tension

THD_U

rapport de la valeur efficace du résidu harmonique d'une grandeur alternative (tension) à la valeur efficace de la composante fondamentale de cette grandeur (tension)

Note 1 à l'article: L'abréviation "THD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "total harmonic distortion".

3.3.10

taux de distorsion harmonique total de l'onde de courant

THD_I

rapport de la valeur efficace du résidu harmonique d'une grandeur alternative (courant) à la valeur efficace de la composante fondamentale de cette grandeur (courant)

3.3.11

degré jour

unité utilisée pour déterminer les exigences de chauffage des bâtiments, qui représente une baisse de un degré au-dessous d'une température extérieure moyenne spécifiée (habituellement 18 °C) pendant une journée

3.4 Secteurs d'activités

3.4.1

installations résidentielles

locaux conçus et construits pour l'habitation privée et qui comprennent des zones associées

Note 1 à l'article: Les zones associées comprennent les zones communes, les garages, les jardins et les piscines.

3.4.2

installations commerciales

locaux conçus et construits pour des opérations commerciales

EXEMPLE Bureaux, bâtiments de vente au détail, centres de distribution, bâtiments publics, banques, hôtels, hôpitaux, écoles.

3.4.3

installations industrielles

locaux conçus et construits pour des opérations de fabrication et de transformation

EXEMPLE Usines, ateliers.

3.4.4

installations d'infrastructure

systèmes ou locaux conçus et construits pour les opérations de transport ou d'exploitation d'une régie d'électricité

EXEMPLE Terminaux d'aéroports, aménagements portuaires, installations pour le transport.

3.5 Termes abrégés

BS	bonus
DB	distribution board (tableau de distribution)
DSO	distribution system operator (opérateur de réseau de distribution)
EEE	Electrical energy efficiency (efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique)
EM	energy management (management de l'énergie)
CVCA	chauffage, ventilation et climatisation
TIC	technologies de l'information et de la communication
IPC	indicateur de performance clé
MA	performance maintenance (maintien des performances)
PDS	power drive system (entraînement électrique de puissance)
PEI	peak efficiency index (indice d'efficacité de crête)
PM	power monitoring (surveillance de l'alimentation)
PMD	power metering and monitoring device (dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique)
PV	photovoltaïque
THD	total harmonic distortion (taux de distorsion harmonique total)
ASI	alimentations sans interruption

4 Généralités

4.1 Principes fondamentaux

4.1.1 Sécurité de l'installation électrique

Les exigences et recommandations de la présente partie de l'IEC 60364 ne doivent pas invalider les exigences incluses dans d'autres parties de la série IEC 60364.

4.1.2 Disponibilité de l'énergie électrique et décision de l'utilisateur

La gestion de l'efficacité énergétique ne doit pas réduire la disponibilité de l'électricité et/ou les services électriques ou le fonctionnement en dessous du niveau souhaité par l'utilisateur.

L'installation électrique doit prévoir des dispositions concernant la prévalence sur les paramètres de la gestion de l'efficacité énergétique selon la décision de l'utilisateur.

EXEMPLE 1 Lorsque quelqu'un est malade, l'utilisateur peut décider de chauffer la pièce à une température plus élevée même pendant la consommation de crête.

EXEMPLE 2 Lorsqu'une société reçoit un ordre de livraison urgente, il peut être nécessaire que l'atelier travaille à une heure inattendue.

4.1.3 Principes de conception

Les principes de conception selon le présent document tiennent compte des aspects suivants:

- le profil d'énergie de charge (énergie active et réactive);
- la disponibilité de la production locale (photovoltaïque, éolienne, générateur, etc.) et du stockage;
- la réduction des pertes d'énergie dans l'installation électrique;
- l'agencement des circuits en fonction de l'efficacité énergétique (mailles, voir 7.4);
- la répartition de la consommation d'énergie par l'utilisateur dans la durée;
- la structure tarifaire proposée par le fournisseur d'énergie électrique;

en maintenant la qualité de service et les performances de l'installation électrique.

Afin de vérifier la réalisation des mesures d'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique, il convient d'effectuer une évaluation globale de l'efficacité énergétique.

4.2 Évaluation de l'efficacité énergétique pour les installations électriques

4.2.1 Généralités

L'évaluation des installations doit être effectuée selon l'Annexe B. Cette évaluation doit, de préférence, être effectuée par mesurage. Elle peut également être effectuée par calcul.

La fréquence de l'examen périodique d'une installation doit être déterminée en fonction du type d'installation et de matériel, de leur utilisation et de leur fonctionnement, de la fréquence et de la qualité de la maintenance, des facteurs susceptibles d'influer sur l'efficacité énergétique et des influences externes auxquelles l'installation est soumise. Les résultats et les recommandations du rapport précédent, le cas échéant, doivent être pris en compte.

Il est recommandé que l'intervalle maximal pour l'évaluation de suivi ne dépasse pas:

- cinq ans pour les installations commerciales;
- trois ans pour les installations industrielles et d'infrastructure.

NOTE Les comités nationaux peuvent déterminer si l'évaluation de l'efficacité énergétique constitue une exigence ou une recommandation dans leur norme nationale.

4.2.2 Plan d'action suivant une évaluation selon l'Annexe B

Lorsque l'évaluation est effectuée sur une nouvelle installation et que l'évaluation a identifié une classe d'efficacité de l'installation électrique inférieure à celle exigée, les variances identifiées doivent être corrigées ou une autre action doit être entreprise selon la réglementation locale, le cas échéant.

Lorsqu'une évaluation périodique identifie que la classe d'efficacité de l'installation électrique est inférieure à la valeur exigée, un plan d'action est généralement nécessaire pour obtenir la classe d'efficacité exigée ou souhaitée de l'installation électrique.

5 Secteurs d'activités

Pour une approche générale de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique (EEE), quatre secteurs peuvent être identifiés, chacun ayant des caractéristiques particulières qui exigent une méthodologie spécifique de mise en œuvre:

- installations résidentielles;
- installations commerciales;
- installations industrielles;
- installations d'infrastructure.

La catégorisation vise à faciliter la comparaison entre des installations similaires.

Il convient que les utilisateurs du présent document, tels que les autorités locales, les instituts de conception, les propriétaires de bâtiments, les architectes, gestionnaires des installations, prennent en considération l'attribution de types spécifiques d'installations (sous-secteurs) à l'un des secteurs d'activités susmentionnés.

6 Exigences et recommandations relatives à la conception

6.1 Généralités

La conception d'une installation électrique doit tenir compte des éléments suivants:

- le profil d'énergie de charge (énergie active et réactive);
- la réduction le plus possible des pertes d'énergie dans l'installation électrique au moyen de:
 - l'emplacement optimal des transformateurs, de la production locale et du tableau de distribution (barycentre),
 - l'emplacement du poste HT/BT,
 - la réduction des pertes dans le câblage,
- la production locale et le stockage.

6.2 Détermination du profil d'énergie de charge

Le profil présumé d'énergie de charge dans l'installation doit être déterminé.

Les profils synthétiques (courbes types d'énergie de charge) à partir de charges ou de groupes de charges peuvent être utilisés à partir d'applications similaires.

Lorsque les mesurages ou les profils synthétiques ne sont pas disponibles, il convient d'identifier les charges principales (d'après les caractéristiques assignées du matériel), y compris la durée prévue de fonctionnement. Cette consommation peut alors être cumulée pour créer un profil d'énergie de charge.

6.3 Détermination de l'emplacement du transformateur et du tableau de distribution par la méthode du barycentre

L'utilisation du bâtiment, sa construction et la disponibilité de l'espace doivent être pris en compte pour obtenir le meilleur emplacement, mais il convient de le déterminer avec les concepteurs et les propriétaires des bâtiments avant la construction. Pour maintenir les pertes de câblage à un niveau minimal, les principaux transformateurs et tableaux de distribution doivent être placés, compte tenu des contraintes des bâtiments, de manière à maintenir à un niveau minimal la distance aux principales charges. Les méthodes utilisées pour déterminer l'emplacement peuvent être utilisées pour déterminer le site optimal disponible pour les matériels et les transformateurs de distribution.

La méthode du barycentre est une approche itérative qui peut être utilisée pour déterminer:

- si la distribution de la charge est uniforme ou localisée,
- s'il convient de relocaliser les charges ou autres matériels, et
- l'emplacement du barycentre de la charge totale.

Voir des exemples de calculs à l'Annexe A.

6.4 Poste HT/BT

6.4.1 Généralités

Pour obtenir la solution optimale relative au transformateur, les éléments suivants doivent être pris en considération:

- le nombre optimal et l'emplacement des postes HT/BT;
- le point de fonctionnement du transformateur;
- l'efficacité du transformateur;
- le profil d'énergie de charge.

NOTE Comme consommateur BT, il est important d'avoir une concertation précoce avec la régie d'électricité sur le nombre et l'emplacement des postes, des transformateurs et des tableaux de distribution.

6.4.2 Nombre optimal et emplacement des postes HT/BT

En fonction de plusieurs critères tels que la puissance exigée, la surface du bâtiment et la distribution des charges, le nombre de postes HT/BT et la disposition de la distribution ont une influence sur les longueurs et les sections des conducteurs.

Lorsque le barycentre est situé sur un côté du bâtiment, il est conseillé de choisir un poste proche de ce barycentre; ou, lorsque le barycentre est situé au milieu de la disposition des bâtiments, il peut ne pas être possible d'installer le poste HT/BT à proximité du centre de la charge. Il est alors recommandé de diviser la distribution électrique en plusieurs postes HT/BT situés à proximité de leur barycentre respectif. Cette opération facilite l'optimisation des longueurs et dimensions des conducteurs BT.

6.4.3 Point de fonctionnement du transformateur

L'efficacité maximale d'un transformateur correspond à la situation dans laquelle les pertes dans le fer et dans le cuivre sont égales. Ce phénomène se produit à une charge inférieure à la puissance assignée du transformateur, comprise généralement entre 30 % et 50 %.

6.4.4 Efficacité du transformateur

Le choix d'un transformateur à haute efficacité énergétique peut avoir un impact considérable sur l'efficacité énergétique de l'ensemble de l'installation.

L'efficacité énergétique des transformateurs est classée en fonction de leurs pertes d'énergie en charge et à vide.

Le choix des classes supérieures d'efficacité énergétique conduit à un accroissement du coût initial. Cependant, le délai de recouvrement de l'investissement peut être estimé comme étant relativement court (quelques années) par comparaison avec la durée de vie moyenne (plus de 25 ans) du transformateur.

Lorsqu'ils sont situés dans le bâtiment, les transformateurs à haute efficacité énergétique peuvent réduire la consommation d'énergie de la climatisation ou de la ventilation mécanique exigée pour limiter la température ambiante dans le local technique.

Il convient de faire référence aux instructions du fabricant pour de plus amples informations relatives aux transformateurs à haute efficacité énergétique conformément à l'IEC TS 60076-20, y compris les lignes directrices de conception, le délai estimé de recouvrement de l'investissement, les besoins de dissipation thermique et les contraintes d'installation en présence d'autres matériels dissipant la chaleur.

L'emplacement des transformateurs peut être soumis à d'autres contraintes de sécurité dans le cas des transformateurs immergés dans l'huile.

6.5 Efficacité de la production locale et du stockage local

Les énergies renouvelables et le stockage associé contribuent à l'efficacité globale de l'utilisation de l'énergie électrique de l'installation.

Pour couvrir une quantité importante d'énergie avec la production locale d'énergie, il convient de prendre en considération le stockage local adéquat et/ou l'alimentation inversée adéquate du réseau de la régie d'électricité.

6.6 Pertes dans le câblage

6.6.1 Chute de tension

Les pertes d'énergie dans le câblage sont limitées par réduction de la chute de tension.

Les recommandations relatives à la chute maximale de tension dans l'installation sont indiquées dans l'Article 525 de l'IEC 60364-5-52:2009.

6.6.2 Sections des conducteurs

L'augmentation de la section des conducteurs déterminée conformément à l'IEC 60364-5-52 permet de réduire les pertes.

La section des conducteurs des circuits de distribution (artères) et des circuits terminaux qui fournissent des charges qui ont une consommation élevée doit être fondée sur une évaluation technique et économique qui prend en considération le coût:

- du ou des conducteurs,
- de la mise en œuvre et du montage du ou des conducteurs, et
- des pertes d'énergie dans le ou les conducteurs au cours de la durée de vie prévue.

La durée de vie prévue varie selon le type de charge, l'installation et l'utilisation prévue de cette dernière.

Il convient de déterminer la section d'autres conducteurs par évaluation des économies selon une échelle de temps par rapport au coût supplémentaire.

Une méthode de calcul peut être consultée dans l'IEC 60287-3-2.

NOTE Dans certaines applications (particulièrement industrielles), la section la plus économique du conducteur peut être supérieure de plusieurs tailles à celle exigée pour des raisons thermiques.

6.6.3 Correction du facteur de puissance

L'amélioration du facteur de puissance doit être prise en considération.

La réduction de la consommation d'énergie réactive au niveau de la charge réduit les pertes dans le câblage dans l'installation amont.

L'installation d'un système de correction du facteur de puissance au niveau des circuits de charge respectifs est une solution possible pour améliorer le facteur de puissance.

NOTE Une correction du facteur de puissance peut être effectuée au niveau de la charge ou centralement selon le type d'application. La complexité de la question entraîne la prise en considération de chaque application individuellement.

6.6.4 Réduction des effets des courants harmoniques

La réduction des harmoniques au niveau de la charge, par exemple, le choix de produits exempts d'harmoniques, réduit les pertes dans le câblage.

Les solutions possibles incluent:

- la réduction des harmoniques par l'installation de filtres d'harmoniques au niveau des circuits de charge respectifs;
- la réduction de l'effet des harmoniques par l'augmentation de la section des conducteurs.
- l'utilisation de méthodes qui produisent moins d'harmoniques, comme la modulation à largeur d'impulsion sinusoïdale (SPWM - *sinusoidal pulse width modulation*), dans les onduleurs pour ressources d'énergies renouvelables reliés au point de connexion (POC - *point of connection*).

NOTE Une réduction des harmoniques peut être effectuée au niveau de la charge ou centralement selon le type d'application. La complexité de la question entraîne la prise en considération de chaque application individuellement.

7 Détermination des zones, des utilisations et des mailles

7.1 Détermination des zones

L'identification des zones est nécessaire pour permettre la détermination correcte des mailles (voir 7.4).

Une zone représente une surface ou un emplacement qui utilise de l'électricité. Elle peut correspondre, par exemple, à:

- un atelier industriel;
- un étage dans un bâtiment;
- un espace dans une pièce proche des fenêtres ou un espace dans une pièce éloigné des fenêtres;
- une pièce dans une habitation;

- une piscine privée;
- une cuisine d'hôtel.

Les concepteurs, les entrepreneurs-électriciens ou le propriétaire du bâtiment doivent s'accorder sur les zones au sein du bâtiment.

7.2 Détermination des utilisations dans les zones identifiées

L'identification de l'utilisation d'un circuit particulier ou d'une zone particulière est nécessaire pour permettre un mesurage et une analyse précis de sa consommation d'énergie, du flux de puissance et d'autres paramètres électriques.

Les différentes utilisations peuvent comprendre les applications suivantes:

- production d'eau chaude;
- CVCA (chauffage et climatisation);
- éclairage;
- moteurs;
- appareils.

7.3 Gestion de la demande

La gestion de la demande est le pilotage de la demande d'électricité en réponse aux conditions de la fourniture.

La gestion de la demande vise à adapter la consommation d'énergie à la puissance produite, en particulier en cas de production issue d'énergies renouvelables (par exemple, énergie éolienne, énergie photovoltaïque), et à garantir la stabilité du système. Les programmes de gestion de la demande peuvent inclure des tarifications dynamiques, une soumission de la demande sensible au prix, une réduction par obligation contractuelle et volontaire, ainsi qu'un contrôle/cycle de charges direct.

Les méthodes de gestion de la demande comprennent:

- les tarifications en fonction du temps telles que la tarification en fonction de l'heure de consommation (par exemple, tarification de pointe critique, tarification de pointe variable, tarification en temps réel, épisodes de pointe critique);
- la limitation de l'alimentation en énergie;
- les courbes d'énergie de charge en temps réel.

Le système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges répond aux conditions de fourniture du réseau (voir l'Article 8).

NOTE La tarification en temps réel fait référence aux intervalles de temps types compris entre 5 min et 60 min, selon des conditions nationales.

7.4 Détermination des mailles

7.4.1 Généralités

Une maille peut appartenir à une ou plusieurs zones (voir 7.1).

L'attribution d'une maille entière à une zone constitue une solution plus efficace concernant la surveillance et la commande de l'énergie.

Une maille détermine une ou plusieurs utilisations (voir 7.2) dans une ou plusieurs zones.

Les mailles doivent être conçues de sorte qu'elles puissent être gérées pour utiliser l'énergie électrique afin de répondre toujours aux besoins, compte tenu des paramètres moteurs tels que la disponibilité de la lumière diurne, l'occupation d'une pièce, la disponibilité de l'énergie, la température extérieure et d'autres aspects liés à la construction du bâtiment et l'efficacité énergétique passive.

Un circuit appartient à une maille ou à une grappe de mailles.

Les mailles dans l'installation doivent être déterminées et définies de façon à fournir l'utilisation associée, tout en permettant la gestion effective de la consommation de l'énergie compte tenu d'au moins un des critères définis en 7.4.3.

7.4.2 Mailles

La gestion électrique de l'efficacité énergétique est une approche système qui vise à optimiser le management de l'énergie utilisée pour un service spécifique au sein d'une "maille électrique" bien définie, compte tenu de toutes les informations nécessaires concernant les approches techniques et économiques.

Il est rare que l'optimum d'un système soit égal à la somme des optima individuels de ses parties. Il est donc nécessaire de tenir compte des mailles les plus appropriées de l'installation électrique du point de vue de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique.

Cela doit être pris en considération afin d'obtenir la consommation d'énergie électrique et/ou le coût les plus faibles en fonction d'une solution pour un service qui est, et peut être, comparée à une autre solution.

Il faut également prendre en considération le fait que l'installation d'un dispositif pour introduire une modification de fonctionnement ou de nouvelles fonctions conçues pour optimiser la consommation d'électricité pour le produit en question peut se traduire par une augmentation de la consommation d'électricité pour les charges interconnectées au sein du même système. Cela n'a donc aucun sens de prendre en considération séparément seulement un ou plusieurs dispositifs lorsque l'ensemble, qui inclut la totalité de ces dispositifs, au sein du système d'un circuit ou d'une maille, peut connaître une consommation optimisée, même si la consommation de certaines parties individuelles peut augmenter.

Le fait d'introduire du matériel électrique ou des fonctions pour réduire, mesurer, optimiser et surveiller la consommation d'énergie ou toute autre utilisation qui vise à améliorer l'utilisation de l'électricité peut augmenter la consommation d'énergie dans certaines parties d'un système.

Par exemple, l'utilisation d'un dispositif de commande (par exemple, un thermostat dans un système de chauffage électrique, un détecteur de présence humaine dans un système d'éclairage électrique) peut augmenter la consommation instantanée ou globale du matériel particulier pour certains dispositifs, mais diminuer la consommation totale de la maille dans son ensemble.

Selon le présent document, la plus petite maille est limitée à un seul dispositif électrique et la plus grande maille couvre tous les circuits électriques utilisés dans l'ensemble du bâtiment pour tous les services.

7.4.3 Critères pour définir les mailles

7.4.3.1 Généralités

Outre des critères qui dépendent du prix local de l'énergie, les critères suivants sont nécessaires pour définir les différentes mailles d'une installation électrique du point de vue du management et de la surveillance de l'énergie en ce qui concerne l'efficacité.

7.4.3.2 Critères techniques fondés sur des paramètres moteurs (temps, éclairage, température, etc.)

Il convient d'éviter toute interruption de certains services ou applications pendant certaines durées. Il convient que le concepteur et/ou l'utilisateur final s'accordent sur un programme quotidien, hebdomadaire, mensuel ou annuel concernant les périodes au cours desquelles certains services ou certaines applications doivent être disponibles ou peuvent être réduit(e)s ou interrompu(e)s. Du point de vue de l'efficacité énergétique, il est primordial d'identifier ces applications et de les rassembler dans une maille. Par exemple, le fait de définir une maille pour les luminaires près des fenêtres et une deuxième pour le ou les luminaires près du mur permet d'éteindre les lumières situées près des fenêtres lorsque l'éclairage diurne est suffisant.

7.4.3.3 Critères techniques fondés sur la commande

Une maille peut regrouper certaines charges fonctionnellement liées avec un ou plusieurs dispositifs de commande. Par exemple, le thermostat d'un système de chauffage électrique qui commande des radiateurs qui appartiennent à plusieurs circuits électriques afin que ces radiateurs appartiennent à la même maille.

7.4.3.4 Critères techniques fondés sur les points critiques de mesure

L'exactitude de mesure n'est pas la même selon que l'objectif consiste à suivre une tendance ou à facturer un service. Le but du mesurage peut aider à décider de la maille appropriée.

7.4.3.5 Critères fondés sur les mailles

Dans les emplacements dans lesquels le fonctionnement simultané d'un groupe de matériels d'utilisation est nécessaire, le fait de créer une grande maille qui contient tous ces matériels est avantageux. Dans le cas de plusieurs luminaires situés dans la même pièce, le fait d'avoir plusieurs petites mailles permet une utilisation plus rentable de l'énergie.

7.4.3.6 Critères économiques fondés sur le coût variable de l'électricité

Le coût de l'électricité peut varier avec l'heure d'utilisation et avec la puissance maximale permise par le réseau (une demande/réponse peut être nécessaire pour surveiller l'énergie).

Selon la variabilité du prix de l'électricité pour l'achat, la vente et le stockage, il peut être utile, dans la mesure du possible, de différer ou d'anticiper certaines utilisations ou de concevoir des mailles compte tenu de ces éléments.

7.4.3.7 Critères techniques fondés sur l'inertie d'énergie

Il n'est pas possible ou il est tout au moins difficile d'introduire le délestage sur une maille qui traite de l'éclairage (aucune inertie) alors que cela est plus facile sur une maille qui comprend des systèmes de chauffage de l'eau (grande inertie). Le fait de prendre en considération l'inertie des charges est utile pour décider de la manière d'introduire le délestage entre les mailles appropriées.

Les mailles qui comportent des accumulateurs, des systèmes de chauffage, la climatisation, un réfrigérateur, etc. peuvent être regroupées par rapport à des mailles qui comportent l'éclairage, les socles de prise de courant disponibles pour les matériels dédiés aux technologies de l'information et de la communication (TIC), etc. Il est donc possible d'introduire le délestage et les règles du délestage dans les mailles à inertie élevée. Il s'agit d'une normalisation de produits d'intrant pour la conception de produits et pour la conception d'installations.

Une inertie élevée est généralement associée à un délestage plus facile, car le statut de la charge n'est pas réellement altéré par la variation de l'alimentation électrique.

7.5 Paramètres moteurs

7.5.1 Généralités

Les paramètres moteurs dont l'influence sur l'efficacité énergétique est la plus grande doivent être identifiés.

Il convient d'identifier les paramètres moteurs pour évaluer leur influence relative sur la consommation globale de l'installation.

Il convient d'analyser les indicateurs dédiés pour vérifier l'efficacité énergétique de l'installation selon l'influence des paramètres moteurs.

EXEMPLE kWh par m² par degré jour.

7.5.2 Occupation

L'adaptation de l'utilisation d'énergie à l'occupation du bâtiment facilite la gestion de l'énergie.

L'occupation peut être déterminée par les moyens suivants:

- présence d'au moins une personne dans une zone définie;
- indication du nombre de personnes dans une zone définie.

7.5.3 Temps de fonctionnement

La planification du temps de fonctionnement peut être une stratégie efficace pour établir et réduire la consommation d'énergie du bâtiment. Elle permet de réduire les services qui ne sont pas nécessaires à certains moments. La planification du temps de fonctionnement peut être effectuée:

- au niveau du bâtiment;
- au niveau de l'étage;
- au niveau d'une zone en fonction de l'étage;
- au niveau d'une maille.

7.5.4 Conditions d'environnement

Les conditions d'environnement locales telles que la température extérieure, l'ensoleillement (éclairage et aspect thermique), le vent, l'humidité et la pollution peuvent être considérées comme des paramètres moteurs.

7.5.5 Coût de l'électricité

Étant donné que le coût de l'électricité peut varier selon le temps et/ou la période de l'année, il doit être considéré comme un paramètre moteur pour l'optimisation de l'utilisation de l'énergie électrique.

7.6 Impacts sur la conception d'une installation électrique

La conception d'une installation électrique doit prendre en considération l'efficacité énergétique à chaque stade, y compris l'impact des différentes demandes de charge, utilisations, zones et mailles.

L'installation de matériels fixes pour les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique, la commande et le management de l'énergie, doit être envisagée pour les constructions neuves et les futures modifications.

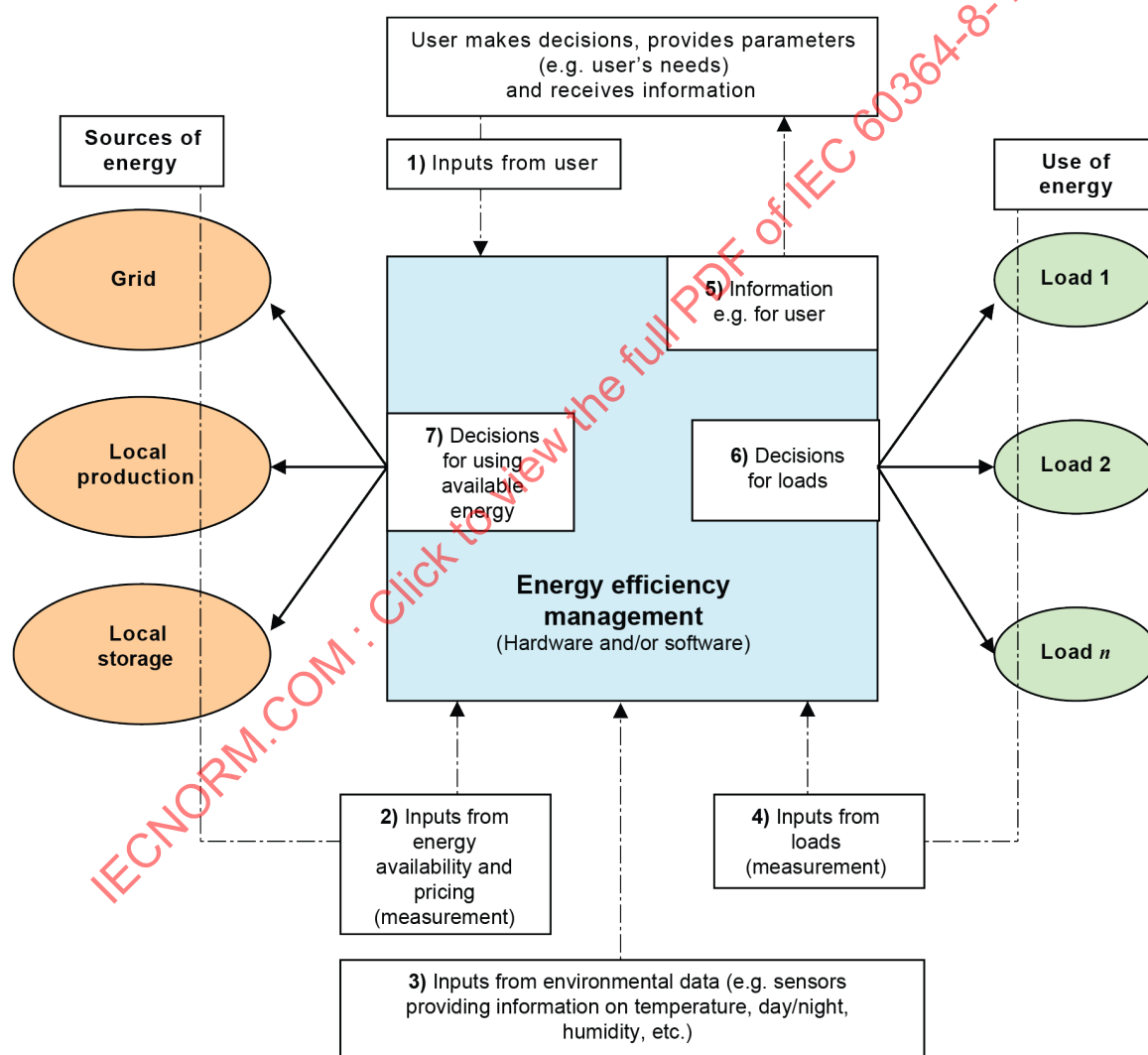
Les tableaux de distribution principaux doivent permettre la séparation des circuits qui alimentent chaque zone ou chaque maille définie en 7.4. Cette exigence doit également s'appliquer aux autres tableaux de distribution, s'il y a lieu.

8 Système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges

8.1 Généralités

Un système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges commande l'utilisation de l'énergie consommée, compte tenu des exigences relatives aux charges, à la production locale et au stockage local ainsi que des exigences de l'utilisateur (voir Figure 1).

Dans une installation dans laquelle un système d'efficacité énergétique doit être appliqué, une possible mise en œuvre de ce système peut être créée comme décrit de 8.2 à 8.7.



IEC

Anglais	Français
User makes decisions, provides parameters (e.g. user's needs) and receive information	L'utilisateur prend des décisions, fournit les paramètres (par exemple, besoins de l'utilisateur) et reçoit des informations
Sources of energy	Sources d'énergie
Inputs from user	Données d'entrée de l'utilisateur
Use of energy	Utilisation de l'énergie

Anglais	Français
Grid	Réseau
Information e.g. for user	Informations, par exemple pour l'utilisateur
Load	Charge
Local production	Production locale
Decisions for using available energy	Décisions pour l'utilisation de l'énergie indisponible
Decisions for loads	Décisions pour les charges
Local storage	Stockage local
Energy efficiency management (hardware and/or software)	Gestion de l'efficacité énergétique (matérielle et/ou logicielle)
Inputs from energy availability and pricing (measurement)	Données d'entrée à partir de la disponibilité et de la tarification de l'énergie (mesurage)
Inputs from loads (measurement)	Données d'entrée à partir des charges (mesurage)
Inputs from environmental data (e.g. sensors providing information on temperature, day/night, humidity, etc.)	Données d'entrée à partir des données d'environnement (par exemple, capteurs qui fournissent des informations sur la température, le jour/la nuit, l'humidité, etc.)

Figure 1 – Présentation d'un système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges

8.2 Spécification de l'utilisateur

8.2.1 Généralités

La spécification de l'utilisateur constitue la donnée d'entrée clé pour concevoir le système de gestion de l'efficacité énergétique.

8.2.2 Exigences relatives aux charges

Le concepteur et/ou l'utilisateur doivent au moins prendre en compte les considérations suivantes:

- le choix d'appareils à haute efficacité énergétique (congélateur, lampes, etc.);
- l'attribution d'une priorité de charge pour une utilisation en tant que donnée d'entrée du processus d'optimisation des charges (délestage, par exemple);
- l'utilisation prévue de l'installation par une conception à haute efficacité énergétique;
- l'attribution d'un moyen d'inhibition prioritaire manuelle qui permet à l'utilisateur de prendre le contrôle des fonctions automatiques.

8.2.3 Exigences relatives aux alimentations

Les décisions prises par l'utilisateur sur le modèle d'utilisation concernant les charges affectent les exigences relatives aux alimentations.

8.3 Données d'entrée à partir des charges, des capteurs et des prévisions

8.3.1 Généralités

8.3.1.1 Mesurage des paramètres

La réalisation de mesurages est essentielle pour déterminer et évaluer l'efficacité d'un bâtiment. Le mesurage des paramètres électriques est exigé pour déterminer la consommation d'électricité et nécessite d'être complété par le mesurage des paramètres moteurs pertinents tels que:

- la présence de personnes;

- la température;
- la qualité de l'air (par exemple, CO₂);
- la lumière diurne;
- le temps de fonctionnement;
- le coût de l'énergie.

8.3.1.2 Exigences relatives à l'exactitude et à l'étendue de mesure

Le mesurage de l'énergie informe l'abonné sur sa consommation. Par conséquent, l'exactitude du dispositif et l'étendue de mesure doivent être adaptées à l'utilisation prévue.

Pour les bâtiments tels que les habitations, les boutiques, les bâtiments publics, les bureaux, l'exactitude la plus élevée du comptage est nécessaire à l'origine de l'installation dans laquelle celui-ci est utilisé pour la facturation ou des besoins similaires, mais aussi pour mesurer et évaluer l'efficacité de l'ensemble de l'installation, ou permettre l'évaluation de l'efficacité de l'ensemble de l'installation telle que définie, par exemple, dans l'ISO 50001 et dans l'ISO 50006, par la sommation de ses parties constitutives. Un niveau inférieur d'exactitude suffit généralement en aval. Pour le plus bas niveau, au niveau du circuit terminal, il est approprié de fournir les durées de consommation ou de suivre une tendance ou de surveiller une charge.

NOTE Il existe des exceptions à ce principe: par exemple, dans la production de ciment, lorsqu'une charge unique très puissante peut justifier un mesurage particulier de l'exactitude.

Le compteur à l'origine des circuits et utilisé pour les besoins de facturation peut être utilisé pour les mesurages de la consommation d'énergie de l'ensemble de l'installation dans le cadre du processus d'évaluation. De même, un instrument de qualité de l'alimentation utilisé à l'origine du circuit et qui permet de mesurer la consommation d'énergie peut être utilisé. Le Tableau 1 indique les normes applicables au mesurage.

Le Tableau 2 doit être utilisé pour déterminer l'exactitude minimale du matériel électrique de mesure.

L'étendue de mesure du dispositif doit être adaptée aux valeurs maximales anticipées pour la maille et il convient qu'elle soit appropriée pour les niveaux anticipés de valeurs mesurées.

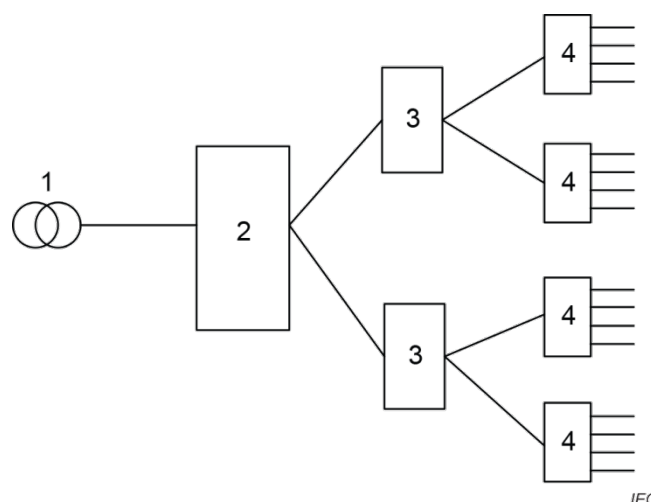
Les dispositifs utilisés pour comparer des charges similaires sur des mailles différentes doivent avoir des capacités équivalentes (par exemple, exactitude, étendue).

Les dispositifs électriques de mesure doivent être choisis selon l'application pertinente et le Tableau 1.

Tableau 1 – Applications de mesure

Application de mesure	Normes de produits IEC applicables	Nom de dispositif conformément aux normes	Nom usuel du dispositif	Explications complémentaires
Facturation (Contractuelle)	ou IEC 62053-21 ou IEC 62053-22	Matériel de comptage de l'électricité	Appareil de comptage des recettes, Compteur d'électricité, Compteur d'une régie d'électricité	Comptage de l'énergie pour les applications de facturation (par exemple, entreprise de distribution de l'électricité émettant une facture à un propriétaire de locaux d'habitation ou de centre commercial, sous-facturation à des locataires)
Analyse de l'utilisation d'énergie	IEC 61557-12 ^a	Dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD-I ou PMD-II ou PMD-III)	Compteur de puissance, Compteur d'énergie	Analyse du coût et de l'utilisation de l'énergie (pour une répartition des coûts ou une sous-facturation dans une société ou pour des besoins d'efficacité énergétique)
Surveillance de l'alimentation	IEC 61557-12 ^b	Dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)	Compteur de puissance, Compteur d'énergie	Analyse de la qualité de l'alimentation côté demande + analyse du coût et de l'utilisation de l'énergie
Estimation énergétique		Indicateur ou capteur	Estimateur d'énergie	Dispositifs qui permettent de fournir des informations nécessaires pour un fonctionnement correct du système de management de l'énergie, par exemple, durée d'exécution du matériel, nombre d'opérations, mesurage de base
^a Les dispositifs utilisés à des fins de surveillance de la qualité de l'alimentation, lorsqu'ils assurent une fonction de mesure de l'énergie active, peuvent être utilisés pour l'analyse de l'utilisation de l'énergie. ^b Les dispositifs utilisés à des fins de surveillance de la qualité de l'alimentation conformes à l'IEC 62586-1 peuvent être utilisés pour la surveillance de l'alimentation, notamment lorsque des mesurages comparables sont nécessaires. NOTE D'autres informations telles que l'occupation, le nombre d'opérations, les chiffres relatifs à la fabrication, sont fournies par différents instruments et sont traitées dans d'autres normes.				

Lorsque l'installation électrique a la structure appropriée représentée par exemple à la Figure 2, le mesurage et la surveillance de l'énergie/puissance doivent avoir en conséquence la structure représentée dans le Tableau 2.



Légende

- 1 transformateur/unité d'arrivée d'alimentation
- 2 tableau de distribution principal BT
- 3 tableaux de distribution intermédiaires
- 4 tableaux de distribution finaux

Figure 2 – Schéma de distribution électrique

Tableau 2 – Présentation des besoins pour le comptage et la surveillance du réseau électrique

	Unité d'arrivée	Tableau de distribution principal BT	Tableaux de distribution intermédiaires	Tableaux de distribution finaux
Mailles	L'ensemble de l'installation	Entités homogènes (par exemple, piscine, atelier, bureau)	Zones et/ou utilisations (par exemple, chauffage de vestibule)	Circuits
Plage critique de l'exactitude du courant (pourcentage du courant assigné anticipé pour le courant de charge réel)	En général, moyen à important: 80 % à 90 %	En général, moyen: 30 % à 70 %	En général, plutôt bas: 20 % à 40 %	En général, très bas: < 20 %
Objectifs de mesure pour la gestion de réseau	Comptage et surveillance du circuit électrique ou analyse de la qualité de l'alimentation	Comptage et surveillance du réseau électrique	Comptage et surveillance du réseau électrique	Comptage et surveillance du réseau électrique
Objectifs de mesure pour les coûts	– Comptage des recettes – Vérification de facture – Analyse et optimisation de l'utilisation de l'énergie – Optimisation contractuelle	– Répartition des coûts – Analyse et optimisation de l'utilisation de l'énergie – Évaluation de l'efficacité – Optimisation contractuelle	– Répartition des coûts – Analyse et optimisation de l'utilisation de l'énergie – Évaluation de l'efficacité – Optimisation contractuelle	– Analyse et optimisation de l'utilisation de l'énergie – Évaluation des tendances d'utilisation de l'énergie

	Unité d'arrivée	Tableau de distribution principal BT	Tableaux de distribution intermédiaires	Tableaux de distribution finaux
Exactitude globale systémique de mesure de l'énergie active	Classe d'exactitude ≤ 1	Classe d'exactitude ≤ 2	Classe d'exactitude ≤ 2	Classe d'exactitude ≤ 2
NOTE Les classes d'exactitude (aussi appelées "indices de classe") sont définies dans l'IEC 61557-12.				

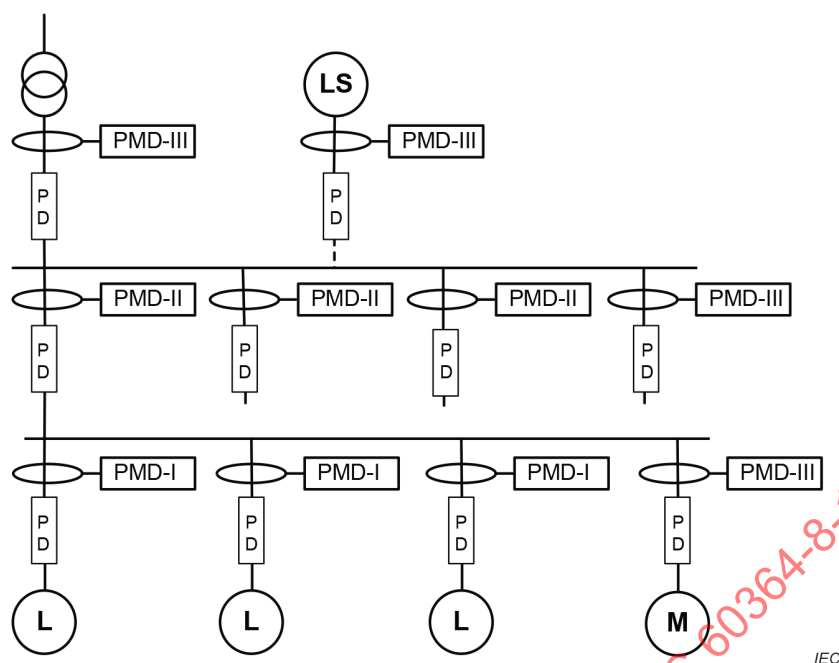
8.3.1.3 Mesurage

Le matériel de mesure doit être installé selon l'application et son emplacement dans l'installation.

Un exemple de site de mesure ou de matériel de surveillance, ainsi que des paramètres à mesurer, est donné à la Figure 3. Le cas échéant, la mesure et la surveillance des paramètres doivent être effectuées pour chaque phase.

L'IEC 61557-12 définit la classification des dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD) avec les fonctions minimales exigées selon leur application:

- PMD-I: Efficacité énergétique: analyse de l'utilisation de l'énergie pour l'évaluation de l'efficacité énergétique;
- PMD-II: Surveillance de base de l'alimentation: surveillance de l'alimentation pour la surveillance et la commande de la distribution d'énergie électrique dans l'installation,
- PMD-III: Surveillance avancée de l'alimentation et performances du réseau: surveillance avancée de l'alimentation et surveillance des performances du réseau.



IEC

Légende

Symbole	Fonction
PMD	dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique
PMD-I:	PMD qui comprend au moins: E_a
PMD-II	PMD qui comprend au moins: P , Q , S , E_a , E_r , f , I , U et/ou V , PF ,
PMD-III:	PMD qui comprend au moins: P , Q , S , E_a , E_r , E_{ap} , f , I , I_N , U et/ou V , PF , THD_U et/ou THD_V et/ou $THD-R_U$ et/ou $THD-R_V$, THD_I et/ou $THD-R_I$
P	puissance active totale
E_a	énergie active totale
Q	puissance réactive totale
S	puissance apparente totale
E_r	énergie réactive totale
E_{ap}	énergie apparente totale
f	fréquence
I	courant de phase
I_N	Courant neutre
U	tension entre phases
V	tension phase-neutre
PF	facteur de puissance
THD_U	tension du taux de distorsion harmonique total liée à la valeur fondamentale
$THD-R_U$	tension du taux de distorsion harmonique total liée à la valeur efficace
THD_I	courant harmonique total lié à la valeur fondamentale
$THD-R_I$	courant harmonique total lié à la valeur efficace
PD	dispositif protecteur avec fonction d'isolation
M	moteur
L	charge
LS	alimentation locale (par exemple, photovoltaïque, éolienne, générateur) (le cas échéant)

Figure 3 – Exemple de sélection de matériel de mesure dans une installation

8.3.2 Communication

La mise en œuvre d'un EEMS exige des dispositifs avec des capacités de communication.

Le système de management de l'énergie pour l'efficacité énergétique ne doit pas détériorer la communication pour d'autres besoins tels que la sécurité, la commande ou le fonctionnement des dispositifs ou du matériel.

8.3.3 Enregistrement des données

L'examen des données historiques constitue une donnée d'entrée pour réaliser des prévisions relatives à la demande d'énergie (voir 8.3.5).

Pour ce qui concerne la qualité et l'efficacité des résultats pour l'obtention d'un niveau élevé d'efficacité énergétique, il convient de fournir un système de communication de toutes les données exigées et prévues au moyen d'un serveur d'énergie comme défini dans l'IEC 62974-1.

8.3.4 Charges

8.3.4.1 Choix du capteur d'énergie

L'association de dispositifs de mesure et de capteurs externes de courant et/ou de tension (compteur à capteurs/PMD) génère un système complet exigé pour mesurer l'énergie active (kWh), qui est le principal paramètre d'efficacité énergétique. La classe de performances du système dépend de la classe de performances du capteur et du compteur/PMD (voir le Tableau 1). La classe du capteur doit être choisie de sorte à être équivalente ou inférieure à la classe du compteur ou du PMD.

Lorsqu'un dispositif de mesure directe (compteur d'énergie ou de puissance directement connecté) est utilisé, la classe d'exactitude du dispositif fait référence à l'exactitude de mesure de l'énergie active (kWh) et doit satisfaire aux performances exigées du Tableau 2.

Le courant maximal dans un circuit et le courant minimal qu'il est nécessaire de surveiller doivent être définis pour chaque point de mesure, et des capteurs doivent être choisis en conséquence. Les capteurs doivent être choisis conformément à l'IEC 61869-2.

8.3.4.2 Facteurs d'influence pour les matériels de mesure

Un ensemble de facteurs d'influence (tels que la température) qui peuvent générer des écarts de l'exactitude de mesure est défini dans des normes telles que l'IEC 61557-12. La conformité à une classe de mesure définie dans ces normes implique des exigences relatives aux écarts maximaux en raison de ces grandeurs d'influence.

8.3.4.3 Processus d'amélioration continue

Le processus d'amélioration continue est nécessaire pour l'efficacité énergétique. Au cours des dernières étapes du processus, les différences à mesurer diminuent progressivement, et un dispositif de classe d'exactitude de mesure supérieure à la classe minimale définie dans le Tableau 2 peut être prévu.

Pour vérifier la réalisation des objectifs ciblés d'efficacité énergétique, la classe d'exactitude du dispositif de mesure doit être adaptée à l'écart le plus bas en pourcentage qu'il est prévu de mesurer pendant l'intégralité du processus.

EXEMPLE Lorsque, sur du long terme, 2 % des économies d'énergie sont en jeu, un dispositif de classe 1 ou supérieure est pertinent.

8.3.4.4 Mesurage pour la vérification du plan d'action pour l'efficacité énergétique

L'efficacité des mesures prises conformément au plan d'action pour l'efficacité énergétique doit être vérifiée. Cette procédure permet de démontrer sa réussite ou de comprendre les raisons des éventuelles variances.

Pour chaque élément du plan d'action pour l'efficacité énergétique, les économies d'énergie réalisées dans chaque partie de l'installation ou élément de matériel, selon le cas, doivent être mesurées séparément ou déterminées par une méthode d'efficacité similaire.

Lorsque la valeur mesurée est obtenue par addition ou soustraction des mesurages individuels, ces mesurages et estimations doivent avoir une exactitude suffisante pour satisfaire au besoin global exigé.

Lors de la vérification de la cohérence des mesurages, le gestionnaire des installations doit tenir compte des divergences dues à l'utilisation d'estimateurs d'énergie, des différences du mesurage d'exactitude, du calcul du mesurage par addition ou soustraction.

8.3.4.5 Classification des capacités de délestage

Le matériel d'utilisation doit être classé selon le délestage effectué d'après:

- le caractère approprié de la charge pour les coupures d'alimentation, et
- l'acceptation par les utilisateurs des coupures d'alimentation sur la charge concernée.

Certains matériels d'utilisation, tels que les systèmes de matériels dédiés aux technologies de l'information et de la communication (TIC), les ordinateurs de bureau, les téléviseurs, ne sont pas adaptés au délestage. Certains autres comme les réchauffeurs et les réfrigérateurs peuvent supporter, sans le moindre impact sur leur service, un délestage pendant une certaine durée.

Pour chaque type de matériel d'utilisation, il convient de déterminer une durée acceptable de délestage dans les conditions normales. À titre d'exemple, la durée acceptable du délestage est de 0 ms pour un ordinateur de bureau, de 50 ms pour une lampe, et de 15 min pour un réfrigérateur ou un réchauffeur.

La durée maximale de délestage pour chaque maille est déterminée par le matériel d'utilisation individuel avec la plus courte durée assignée à l'état de coupure. Il est par conséquent recommandé de spécifier des mailles qui ont des matériels d'utilisation avec une durée assignée à l'état de coupure similaire.

L'information sur la capacité des charges à supporter ou non un délestage, et la ou les durées correspondantes, est utile. L'occupation ou l'application doit être prise en considération lors de la capacité ou de la non-capacité à supporter le délestage.

La décision de mettre en position ON (marche) ou OFF (arrêt) un matériel d'utilisation donné est liée aux prévisions énergétiques (besoins en énergie dans un processus commandable), à la demande en énergie à prévoir et à l'énergie électrique disponible.

8.3.4.6 Impact du délestage

Le délestage peut influencer sur la durée de vie et la maintenance des dispositifs, des systèmes et des installations. Il est nécessaire que la conception de l'installation et le choix du matériel tiennent compte de cet impact.

Certaines mesures prises pour améliorer l'efficacité énergétique du système (en matière de management de l'énergie) peuvent présenter certains inconvénients lorsque le choix du dispositif n'est pas approprié. Il convient de prendre en considération la manière dont la mise en œuvre des mesures d'efficacité énergétique, actives ou passives, peut influencer sur la durée de vie du matériel. Il convient de choisir le matériel approprié à ce management de l'énergie.

EXEMPLE Les lampes à incandescence ont été largement utilisées avec des temporisateurs ou des détecteurs de présence pour les couloirs, les escaliers, etc. afin d'améliorer l'efficacité énergétique de l'installation, car les lampes ne s'allument qu'en présence de personnes. Leur remplacement par des lampes qui utilisent une autre technologie, qui sont bien plus sensibles au nombre de commutations, peut réduire si drastiquement la durée de vie de ces lampes qu'il existe de nos jours, dans certains cas, un rejet des temporisateurs qui étaient utilisés jusqu'à présent. La conséquence est que les lampes peuvent désormais rester allumées jour et nuit pour éviter de devoir les remplacer trop souvent, ce qui réduit l'efficacité énergétique de l'installation. Cet exemple montre combien il est important de prendre en compte la sensibilité de l'utilisateur au coût global: le coût du remplacement des lampes est supérieur aux économies réalisées sur le coût énergétique. Le bon choix concernant l'efficacité énergétique peut consister à utiliser des lampes avec la bonne technologie quant à la question des commutations pour offrir une plus basse consommation d'énergie de l'installation et une durée de vie prévisible normale des lampes.

Il convient que la spécification relative à la disponibilité du délestage et à la durée maximale de délestage sans influencer sur le service prévu du matériel ou des machines soit disponible ou indiquée pour optimiser l'impact du délestage.

NOTE Pour les locaux domestiques et similaires, l'IEC 62962¹ fournira des exigences relatives au matériel de délestage.

8.3.5 Prévisions

Les prévisions sont des données d'entrée à utiliser pour le système de gestion de l'efficacité énergétique, telles que:

- les prévisions météorologiques pour gérer de manière efficace le matériel d'utilisation avec une inertie thermique, comme un dispositif CVCA ou des réchauffeurs;
- les prévisions d'occupation pour empêcher les utilisations inutiles du matériel d'utilisation;
- les prévisions relatives à la production concernant les énergies renouvelables;
- les prévisions relatives à la fabrication pour l'adaptation de la production.

8.4 Données d'entrée issues des alimentations: disponibilité et tarification de l'énergie

L'utilisateur doit prendre en considération les informations relatives à la disponibilité et à la tarification de l'énergie qui peuvent varier au fil du temps.

Le prix relatif et la disponibilité de l'énergie produite localement par rapport à celle qui provient de sources alimentées par une régie d'électricité influent sur le choix de la source à utiliser et/ou de la charge ou décharge du système de stockage d'électricité, le cas échéant.

8.5 Surveillance des performances de l'installation électrique

Il convient de concevoir l'installation avec au moins une interface utilisateur pour permettre de mesurer sa consommation totale d'énergie électrique au minimum une fois par heure pendant une certaine durée. Il convient que les données, accompagnées du coût connexe des informations relatives à l'énergie, soient enregistrées dans un journal et conservées pendant un certain temps. Il convient d'utiliser le même intervalle d'enregistrement des données pour la comparaison des mesures.

NOTE Plusieurs années de données peuvent être utiles pour une analyse de tendance efficace.

De plus, il convient de concevoir l'installation pour permettre l'enregistrement et la sauvegarde des données pour la consommation de charges individuelles ou des mailles qui totalisent 70 % de la charge totale (par exemple, par utilisation du dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique).

¹ En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication IEC/PRVC 62962:2018.

8.6 Gestion des charges par le biais de mailles

8.6.1 Généralités

Un système de gestion de l'efficacité énergétique gère l'ensemble de l'installation électrique, y compris les charges, la production locale et le stockage local. Il peut surveiller manuellement (cas les plus faciles) ou automatiquement (la plupart des situations) l'installation électrique de manière à optimiser les coûts globaux et la consommation globale du système, compte tenu des exigences de l'utilisateur et des paramètres d'entrée qui proviennent du réseau, de la production électrique locale et du stockage local, des charges, des capteurs, des prévisions, etc.

8.6.2 Système de management de l'énergie électrique (EEMS)

L'EEMS doit être fondé sur:

- les choix de l'utilisateur final;
- la surveillance de l'énergie;
- la disponibilité et le coût de l'énergie;
- les données d'entrée qui proviennent des charges, de la production électrique locale et du stockage local d'électricité, des capteurs d'énergie et des prévisions.

L'EEMS doit comprendre:

- le mesurage (par exemple, consommation de puissance), et la surveillance de mailles;
- la commande;
- la qualité de la puissance;
- l'établissement de rapports;
- des avertissements: état des dispositifs de surveillance;
- la gestion des tarifs, le cas échéant;
- la sécurité des données;
- la fonction d'affichage à l'attention de l'utilisateur et/ou du public.

Les exigences de l'utilisateur définissent les besoins du système, c'est-à-dire, les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique, les capteurs, les données d'entrée de commandes, etc., et la méthodologie de commande pour déterminer les données de sortie et les paramètres de commande.

Les données de sortie peuvent commander les dispositifs de gestion de charge ou peuvent fournir des informations à partir des compteurs ou d'autres affichages pour l'intervention de l'utilisateur.

Il peut être exigé que le système mesure la qualité de la puissance, la tension, le facteur de puissance et les courants de charge. Le système de management de l'énergie peut également produire des avertissements lorsque des seuils prédéfinis sont dépassés pour gérer le délestage.

8.7 Gestion de sources d'alimentation multiples: réseau, production et stockage locaux de l'électricité

Il convient que la demande globale en énergie soit optimisée le plus possible comme aide à la réduction globale de l'énergie dans l'installation.

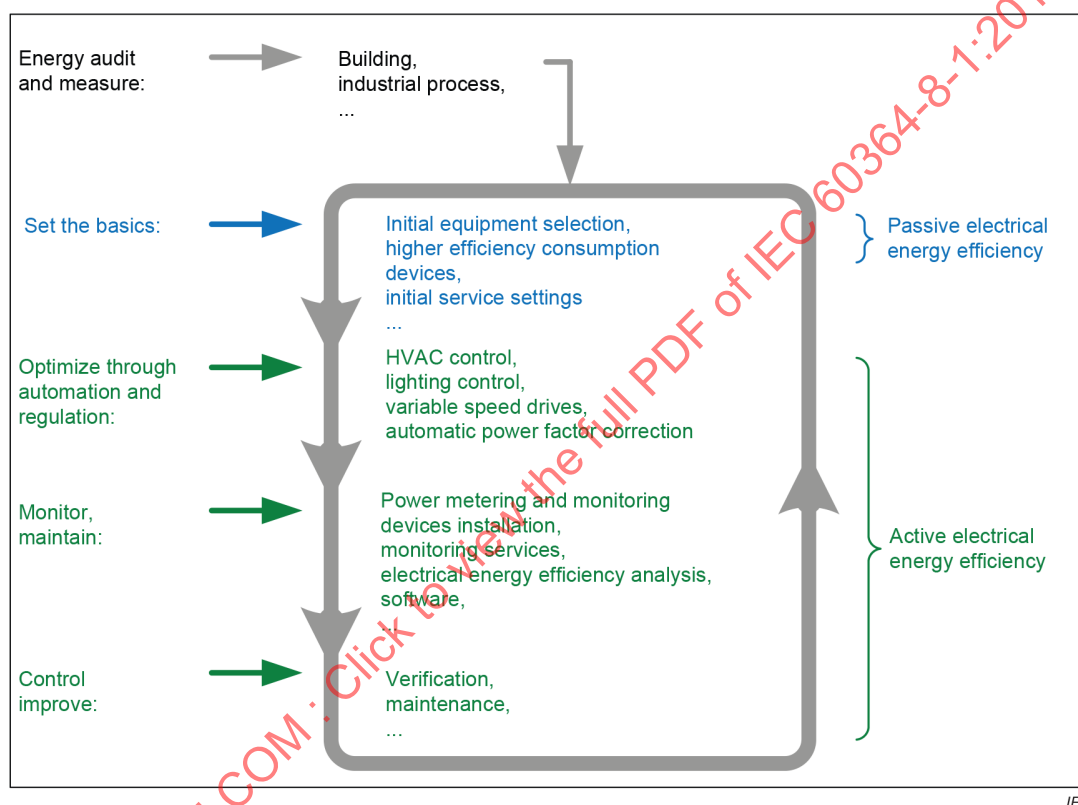
La conception du système de gestion dépend de la disponibilité de chaque source. La continuité nécessaire de l'alimentation et les exigences de la gestion de la demande sont importantes pour l'efficacité énergétique globale de l'installation. Ces aspects doivent se traduire par un choix approprié des matériels de commutation de source.

NOTE Pour les locaux domestiques et similaires, l'IEC 62991² fournira des exigences relatives aux matériels de commutation de source. Concernant les autres locaux, les matériels de connexion de transfert sont conformes à l'IEC 60947-6-1.

9 Maintenance et renforcement des performances de l'installation

9.1 Méthodologie

La mise en œuvre des mesures, actives ou passives, d'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique exige une approche intégrée des installations électriques, car l'optimisation de la consommation d'énergie électrique exige la prise en considération de tous les modes de fonctionnement de l'installation. Voir la Figure 4 et se reporter aux exigences et recommandations données dans le Tableau 3.



Anglais	Français
Energy audit & measure	Audit de l'énergie et mesure
Building, industrial process, ...	Bâtiment, processus industriel, ...
Set the basics:	Établir les fondamentaux:
Initial equipment selection, Higher efficiency consumption devices, Initial service settings	Choix du matériel initial, dispositifs de consommation à plus haute efficacité, Paramètres de services initiaux
Passive electrical energy efficiency	Efficacité énergétique électrique passive
Optimize through automation and regulation:	Optimiser au moyen de l'automatisation et de la régulation:
HVAC control, lighting control, variable speed drives, automatic power factor correction	Commande CVCA, commande d'éclairage, entraînements à vitesse variable, correction automatique du facteur de puissance

² En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication IEC/ACD 62991:2018.

Anglais	Français
Monitor, Maintain,	Surveiller, Maintenir,
Power metering and monitoring devices installation, monitoring services, electrical energy efficiency analysis, software, ...	Installation de dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique, services de surveillance, analyse de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique, logiciels, ...
Active electrical energy efficiency	Efficacité énergétique électrique active
Control Improve:	Commander, Améliorer:
verification, maintenance, ...	vérification, maintenance, ...

**Figure 4 – Processus itératif de la gestion de l'efficacité
de l'utilisation de l'énergie électrique**

**Tableau 3 – Processus de gestion de l'efficacité de l'utilisation
de l'énergie électrique et responsabilités**

Action	Informations détaillées	En général, entreprise par
Audit de l'énergie et mesure	Analyse des données obtenues par les dispositifs installés de comptage et de surveillance du réseau électrique et/ou les matériels de mesure non installés	L'auditeur ou le gestionnaire de l'énergie
Établir les fondamentaux	Choix du matériel initial, dispositifs de consommation à plus haute efficacité Paramètres de services initiaux, etc.	Le concepteur et/ou l'installateur
Optimiser	Commande CVCA Commande d'éclairage Entraînements à vitesse variable Correction automatique du facteur de puissance, etc.	L'installateur/le locataire ou l'utilisateur, le gestionnaire de l'énergie
Surveiller, maintenir les performances	Installation de dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique Services de surveillance Analyse de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique, logiciels, etc.	Le gestionnaire de l'énergie/le locataire ou l'utilisateur
Commander, améliorer	Vérification, maintenance, etc.	Le gestionnaire de l'énergie/le locataire ou l'utilisateur

Le mesurage, l'optimisation et la surveillance sont importants pour l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique:

- Pour auditer la consommation d'énergie par des mesures qui donnent une indication de la situation et des principaux débouchés pour poursuivre les économies (où se situent les consommations principales? quel est le profil de consommation?). Une évaluation initiale peut être réalisée sur la base d'un ensemble de mesures pour différentes mailles au sein de l'installation et d'une comparaison avec des critères repères de l'utilisation de l'énergie établis pour les combinaisons des matériels au sein de la maille ou de l'installation. Alors que cette évaluation peut mettre en exergue des domaines qui peuvent être soumis à une analyse plus détaillée, la détermination de l'efficacité ou de la non-efficacité de l'installation dépend de mesurages plus précis et d'une évaluation des parties de l'installation en comparaison avec l'utilisation globale de l'énergie.
- Pour optimiser par l'automatisation permanente ou le contrôle permanent. Comme cela a déjà été souligné, tout ce qui consomme de l'énergie doit être traité activement lorsque des gains durables doivent être engrangés. Le contrôle permanent est critique pour la réalisation de l'efficacité maximale.

- c) Pour surveiller, maintenir et améliorer l'installation électrique. Les cibles étant fixées sur une longue durée, les programmes d'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique représentent une amélioration permanente au fil du temps.

9.2 Méthodologie de cycle de vie de l'installation

L'approche d'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique correspond à un cycle permanent à suivre au cours de toute la durée de vie de l'installation électrique. A l'issue des mesurages (une seule fois, occasionnellement ou en permanence), il est nécessaire de mettre en œuvre les dispositions identifiées. Ensuite, il convient d'effectuer régulièrement la vérification et la maintenance. Il convient d'effectuer à nouveau le mesurage des indicateurs, suivi de nouvelles dispositions et d'une nouvelle maintenance.

NOTE 1 Dans les installations existantes, les mesurages par zone ou par utilisation ne sont, en règle générale, réalisés qu'occasionnellement, en raison de l'architecture non adaptable de l'installation électrique.

NOTE 2 La vérification n'est pas à comprendre au sens de l'IEC 60364-6, mais au sens de la surveillance en cours associée à l'efficacité énergétique.

NOTE 3 La maintenance fait référence à l'utilisation de la surveillance pour identifier les possibilités d'amélioration.

Il convient de prendre en considération des mesures pour réduire la consommation électrique dans les installations existantes. Cette démarche exige une connaissance correcte de la consommation électrique par utilisation ou par zone. L'analyse de la consommation électrique est la première étape pour réaliser une réduction de la consommation d'électricité dans les installations existantes. Il convient de mener un processus itératif pour chaque installation existante.

NOTE 4 La simple compréhension du lieu et du moment auxquels l'énergie est utilisée peut engendrer jusqu'à 10 % d'économie selon les expériences, sans aucun investissement de capital, par le biais de modifications de procédure et de comportement uniquement. Ce processus est généralement réalisé par la connexion du matériel de mesure à un système de management de l'énergie qui présente une synthèse de tous les paramètres clés de l'efficacité énergétique.

9.3 Cycle de vie de l'efficacité énergétique

9.3.1 Généralités

Ce cycle de vie représente la manière dont l'efficacité énergétique de l'installation peut être améliorée et/ou maintenue.

9.3.2 Programme de maintenance des performances

Lorsque les utilisateurs de l'installation exigent un niveau assigné d'efficacité énergétique, ils sont invités à accepter un programme de performances de l'efficacité énergétique et il convient que celui-ci comprenne:

- un audit initial et périodique de l'installation;
- une exactitude appropriée du matériel de mesure;
- la mise en œuvre d'un plan d'action pour l'efficacité énergétique pour améliorer l'efficacité de l'installation;
- la maintenance périodique de l'installation.

NOTE L'ISO 50001 donne les meilleures pratiques pour les systèmes de management de l'énergie.

9.3.3 Vérification

Le but général des mesures, actives ou passives, de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique est d'optimiser la consommation totale d'énergie électrique. En conséquence, il est nécessaire de déterminer l'efficacité du plan d'action pour l'efficacité énergétique mis en œuvre dans l'installation électrique pendant toute la durée de vie de cette installation. Cette détermination de l'efficacité peut être obtenue par une surveillance permanente et/ou une vérification périodique et/ou un audit. Voir l'Annexe B.

Lorsque des mesurages électriques utilisés à des fins de vérification sont effectués avec un matériel de mesure non installé, ledit matériel doit être conforme à l'IEC 61557-12 ou à une norme équivalente.

9.4 Gestion des données

Les données, leur période d'intégration initiale et le système d'archivage doivent être choisis selon les besoins de l'utilisateur.

Les données collectées et archivées doivent se rapporter à la même période d'intégration à des fins de comparaison.

Les données doivent être stockées à des fins de vérification de l'efficacité des mesures d'efficacité énergétique.

9.5 Maintenance

En plus de l'exploitation sûre énoncée dans les différentes parties de la série IEC 60364, la maintenance est nécessaire pour maintenir l'installation dans un état acceptable. La maintenance de ce type doit être revue en fonction de la rentabilité économique et de l'efficacité énergétique.

10 Paramètres pour la mise en œuvre des mesures d'efficacité

10.1 Généralités

L'Article 10 spécifie des exigences pour l'analyse ou des moyens que le concepteur d'une installation électrique ou un gestionnaire des installations doit utiliser pour déterminer des mesures actives ou passives d'efficacité et atteindre un niveau de performances d'efficacité énergétique. Ces mesures et niveaux sont utilisés pour établir le profil d'installation et les classes d'efficacité des installations électriques, comme suit:

- a) efficacité du matériel d'utilisation/sous tension;
- b) efficacité de l'installation électrique;
- c) mise en œuvre des systèmes de surveillance;
- d) installation de l'alimentation locale.

L'efficacité des matériels d'utilisation/sous tension est fondée sur la spécification et l'utilisation du matériel en question.

10.2 Mesures d'efficacité

10.2.1 Matériel d'utilisation

10.2.1.1 Moteurs et commandes

Le choix du moteur et de la commande du moteur selon l'application a un impact sur l'efficacité énergétique du système.

Pour parvenir à une efficacité énergétique supérieure, une attention particulière doit être accordée à l'utilisation de démarreurs de moteur ou d'autres dispositifs de commande des moteurs, tels que les entraînements à vitesse variable, particulièrement en vue du management efficace de l'énergie pour des applications à consommation intensive (par exemple, régulation de débit des ventilateurs, des pompes, ou des compresseurs d'air).

Le choix d'un moteur de classe d'efficacité énergétique supérieure, conformément à l'IEC 60034-30-1, peut faire économiser une quantité importante d'énergie.

NOTE 1 L'IEC 61800-9-1 et l'IEC 61800-9-2 fournissent des recommandations concernant l'optimisation de l'efficacité énergétique.

Exemples d'aspects à prendre en considération:

- réduction de la consommation d'énergie électrique;
- optimisation de la puissance assignée;
- réduction du courant d'appel;
- réduction du bruit et des vibrations, en évitant ainsi les dommages mécaniques et les défaillances dans le système de chauffage ou de climatisation;
- une meilleure maîtrise et une meilleure exactitude dans l'obtention des valeurs exigées du débit et de la pression.

NOTE 2 Dans l'industrie, 60 % de l'électricité consommée servent au fonctionnement des moteurs et 63 % de cette énergie servent à des applications fluidiques, telles que pompes et des ventilateurs.

10.2.1.2 Éclairage

L'éclairage peut représenter une grande quantité de consommation d'énergie dans une installation électrique selon le type de lampes et de luminaires pour leur application. Le contrôle de l'éclairage est l'un des moyens les plus faciles d'améliorer l'efficacité énergétique. Par conséquent, il convient d'accorder une attention particulière au contrôle de l'éclairage. Pour appliquer le contrôle de l'éclairage, il convient de prendre en considération le type de la lampe et de l'appareillage à ballast.

Les solutions pour le contrôle de l'éclairage peuvent améliorer l'efficacité énergétique. Il convient que ces systèmes soient flexibles et conçus pour le confort des utilisateurs. Les solutions peuvent aller des solutions très petites et locales, telles que celles qui comportent des temporisateurs et des capteurs d'occupation, aux solutions sophistiquées personnalisées et centralisées qui font partie de systèmes complets d'automatisation dans les bâtiments.

Pour ne faire fonctionner l'éclairage que lorsqu'il est nécessaire, un contrôle permanent de l'éclairage peut être mis en œuvre au moyen, par exemple, des éléments suivants:

- des détecteurs de mouvement;
- des commandes par gradation de l'intensité lumineuse;
- des interrupteurs temporisés;
- des interrupteurs à horloges;
- des interrupteurs sensibles à la lumière;
- des commandes de luminosité constante.

10.2.1.3 Chauffage, ventilation et climatisation

Il convient de prendre en considération:

- le choix du matériel CVCA en fonction de la structure et de l'utilisation de l'installation;
- le système de commande approprié pour optimiser le contrôle de l'environnement (par exemple: température, humidité, etc.) en fonction de l'utilisation et de l'occupation des espaces individuels.

NOTE Un exemple est le système de chauffage commandé par un temporisateur qui surveille son seuil de température en fonction de l'occupation prévue.

10.2.2 Installation électrique

10.2.2.1 Généralités

L'efficacité d'une installation électrique repose sur les principes suivants:

- l'efficacité intrinsèque des matériels électriques tels que transformateurs ou bobines d'inductance et canalisations;
- la topologie de l'installation électrique à tous les niveaux de tension, par exemple, l'emplacement du transformateur primaire et la longueur des câbles.

10.2.2.2 Transformateurs et bobines d'inductance

Lorsqu'un ou plusieurs transformateurs sont utilisés pour alimenter l'installation électrique, un soin particulier doit être porté au type du transformateur et à son efficacité énergétique.

NOTE Les dispositions de 10.2.2.2 ne s'appliquent pas aux transformateurs de puissance du réseau public.

L'efficacité énergétique d'un transformateur dépend de la charge. Les pertes à pleine charge et les pertes à vide doivent être optimisées selon 6.4 compte tenu du profil d'énergie de charge quotidienne, hebdomadaire et annuelle s'il est connu ou estimé.

Les transformateurs BT/BT génèrent également des pertes d'énergie et fonctionnent fréquemment à charge réduite. Ces pertes doivent être estimées.

Selon la description de 10.2.3.4, un niveau de tension proche du niveau nominal (U_n), ou légèrement supérieur est préférable. Le transformateur doit être utilisé pour le réajustement de la tension afin que le matériel d'utilisation soit alimenté à la tension assignée.

10.2.2.3 Canalisations

La section des conducteurs et l'architecture intégrée peuvent être optimisées pour réduire les pertes.

Pour optimiser l'architecture intégrée par la mise en place de la source de puissance à l'endroit adéquat et sur le chemin optimisé des canalisations, les dispositions de 6.3 doivent être appliquées.

Pour réduire les pertes dans le câblage par l'augmentation des sections des canalisations par rapport aux sections minimales indiquées dans l'IEC 60364-5-52 et/ou par la réduction des courants réactifs et harmoniques, les dispositions de 6.6 doivent être appliquées.

Pour l'allocation des circuits, les dispositions de 7.4 doivent être appliquées.

Les pertes d'énergie électrique, la consommation à vide et la consommation d'énergie en charge des matériels autres que les matériels d'utilisation connectés en série avec les canalisations, par exemple, l'appareillage, les moniteurs de puissance et les relais inclus dans un circuit électrique, sont négligeables par rapport à l'énergie utilisée dans la charge et dans le transport de l'énergie (typiquement moins de 1/1 000 de la consommation d'énergie de la charge).

10.2.2.4 Correction du facteur de puissance

La réduction de la consommation d'énergie réactive améliore l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique, car une énergie électrique maximale est transformée en énergie active. La réduction de l'énergie réactive réduit également les pertes d'énergie électrique dans les canalisations, en particulier dans le réseau public de distribution à basse tension, et réduit également les pertes d'énergie électrique dans les réseaux de transport HT, de distribution HT et dans les réseaux des consommateurs.

Lorsqu'une réduction de l'énergie réactive est exigée, le niveau optimisé de consommation d'énergie réactive doit être déterminé. Ce niveau est généralement déterminé en fonction des exigences contractuelles des régies d'électricité.

Afin de réduire la consommation d'énergie réactive, les mesures suivantes peuvent être mises en œuvre:

- choix de matériels d'utilisation à faible consommation d'énergie réactive;
- installation de systèmes pour la compensation de l'énergie réactive (inductive ou capacitive);
- installation de systèmes capables d'ajuster leur facteur de puissance tels que les convertisseurs à alimentation active.

NOTE La distorsion harmonique est une donnée importante à prendre en considération pour choisir les batteries de condensateurs.

10.2.3 Mise en œuvre de systèmes de management

10.2.3.1 Système de management de l'énergie électrique (EEMS)

Il est nécessaire de surveiller l'installation électrique pour la gestion de ses performances. Chaque dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique doit fournir des données à l'EEMS selon le plan de mesure conçu pour l'installation. Dans les petites installations, il peut s'agir d'un système manuel.

Dans le cas d'un mesurage par zone, il est nécessaire que chaque zone comporte un circuit dédié avec un dispositif associé de comptage et de surveillance du réseau électrique, ce qui permet à l'EEMS d'effectuer les mesurages appropriés.

Dans le cas d'un mesurage par utilisation, il est nécessaire que chaque utilisation comporte un circuit dédié avec un dispositif associé de comptage et de surveillance du réseau électrique, ou il est nécessaire de mesurer et d'ajouter chaque charge d'une utilisation différente pour déterminer la consommation globale de l'utilisation. Cette démarche permet au système de surveillance de la puissance électrique de fournir les informations pertinentes pour la gestion des performances.

Un EEMS a différents objectifs:

- a) Contrôler la puissance globale et les performances énergétiques, et effectuer des analyses comparatives des consommations électriques.

Un mesurage annuel de la consommation totale d'énergie peut être utilisé en se fondant sur les compteurs des régies d'électricité pour déterminer les conditions de base annuelles de l'installation. Des mesurages de données datées effectués par des dispositifs supplémentaires de comptage et de surveillance du réseau électrique peuvent être utilisés, à partir desquels des profils d'énergie de charge plus précis peuvent être déterminés par zone, utilisation ou charge.

Selon le programme de performances énergétiques ou les règlements nationaux, il peut être nécessaire de porter une certaine attention sur une utilisation particulière de l'énergie (par exemple, éclairage, chauffage). Les enregistrements de données de consommations sur plusieurs années permettent au système de surveillance de l'énergie électrique de procéder à des comparaisons et à une analyse comparative des consommations d'énergie.

- b) Identifier l'influence des paramètres moteurs

Pour vérifier les performances réelles de consommation de l'installation, il est nécessaire d'intégrer l'influence des paramètres moteurs tels que la température externe (degré jour), l'occupation des bâtiments, les heures de travail.

Il doit être possible de consolider les informations relatives à la consommation d'énergie avec d'autres données pour obtenir des indicateurs pertinents, tels que kWh/°C/m².

c) Indicateurs de suivi (IPC)

Les indicateurs de performances (clés) pertinents doivent être identifiés et accessibles sur l'EEMS pour permettre la surveillance et la gestion des performances.

La liste des indicateurs se développe comme un processus itératif, et le cycle de vie de l'efficacité énergétique commence avec la consommation principale, les zones et l'utilisation.

d) Identifier les écarts et les variations du mode de consommation

Des alarmes de surveillance de la consommation et de consommation automatique peuvent être définies pour identifier les pertes ou les économies éventuelles d'énergie électrique.

Il est nécessaire, en cas d'identification des écarts ou des pertes, d'établir un plan d'action et de vérifier l'efficacité des actions, ainsi que de vérifier le fonctionnement des systèmes de commande utilisés pour optimiser la consommation.

e) Surveiller la qualité de la puissance de l'installation électrique

La qualité de la puissance peut influencer de plusieurs manières les performances de l'efficacité énergétique: pertes supplémentaires ou vieillissement anormal du matériel.

Pour ces objectifs, les concepteurs et les entrepreneurs-électriciens doivent développer une stratégie de mesure et de surveillance qui comprend:

- une surveillance permanente des dispositifs qui mesurent les paramètres pertinents tels que: l'énergie, la puissance active, le facteur de puissance, la tension, les indicateurs de qualité de puissance (distorsion harmonique, énergie réactive, etc.);
- l'identification des plans d'action pour optimiser la qualité de la puissance de l'énergie électrique (filtres, choix du matériel).

La mise en œuvre d'un EEMS est exigée pour les bâtiments dont:

- la capacité d'accueil est supérieure à 250 personnes; ou
- la consommation électrique est supérieure à 100 000 kWh/an.

10.2.3.2 Gestion de la consommation de l'énergie

La gestion de la consommation électrique du matériel d'utilisation ou des mailles est de toute première importance en ce qui concerne la gestion de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique.

La consommation d'énergie peut être estimée par la consommation nominale de puissance et l'utilisation prévue (cycle de service, mode ou période de consommation).

Il convient en premier lieu de mettre en œuvre les systèmes de surveillance et de gestion à l'emplacement auquel les consommations supérieures d'énergie sont identifiées.

10.2.3.3 Surveillance de la consommation d'énergie

La surveillance de la puissance électrique et de l'énergie utilisées pendant certaines durées est nécessaire pour comprendre les comportements du matériel d'utilisation. Les profils de consommation d'énergie de charge et/ou les profils de demande en énergie sont exigés pour permettre une analyse de l'efficacité énergétique. Il convient de définir la durée d'intégration des profils (intervalle entre deux mesures) selon les schémas d'exploitation des charges ou selon les durées d'intégration de la demande en énergie des compteurs des régies d'électricité afin de permettre des comparaisons.

NOTE 1 La durée d'intégration des compteurs des régies d'électricité est généralement comprise entre toutes les 10 min et 1 h au maximum.

L'analyse de ces profils peut être réalisée par une représentation graphique qui comprend des courbes ou des graphiques à barres.

EXEMPLE Les profils de consommation d'énergie de charge sont représentés par des courbes avec les kWh sur l'axe Y et le temps sur l'axe X. Les profils de demande en énergie sont représentés par des graphiques à barres avec les kW sur l'axe Y et les durées sur l'axe X.

NOTE 2 Les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique avec des fonctionnalités de demande en énergie comportent une mémoire et des capacités d'horodatage pour stocker les profils de demande en énergie. Cette situation évite la perte de profils de consommation en cas de problème de communication avec l'EEMS.

10.2.3.4 Chute de tension

La chute de tension a un impact sur l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique de l'installation électrique.

Lorsque le mesurage de la chute de tension est exigé, la tension de l'installation doit être mesurée au niveau du matériel d'utilisation et à l'origine du circuit qui alimente ce matériel.

La recommandation relative à la chute de tension maximale au sein de l'installation du consommateur est donnée dans le Tableau G.52.1 de l'IEC 60364-5-52:2009.

10.2.3.5 Facteur de puissance

La surveillance du facteur de puissance permet de le commander de sorte qu'il reste toujours le plus proche possible de 1. Cette disposition permet également de réduire les pénalités du facteur de puissance en dehors des limites définies par les régies d'électricité, le cas échéant.

10.2.3.6 Harmoniques

Le matériel électrique non linéaire tel que les systèmes électroniques de puissance, y compris les entraînements électriques de puissance (PDS – *power drive system*), les onduleurs, les alimentations sans interruption (ASI), d'autres convertisseurs de puissance, les fours à arc, les transformateurs et les lampes à décharge génèrent de la distorsion de tension ou des harmoniques. Ces harmoniques contraignent l'installation, surchargent les câbles et les transformateurs, occasionnent des interruptions de service et perturbent de nombreux types de matériels tels que les ordinateurs, les téléphones et les machines tournantes. La durée de vie du matériel peut être réduite.

La présence d'harmoniques peut engendrer une chaleur supérieure à celle provoquée par la puissance linéaire et, de ce fait, générer des pertes supplémentaires d'énergie électrique dans les canalisations. Par conséquent, il est recommandé de mesurer le taux de distorsion harmonique total de l'onde de tension, THD_U , au niveau de l'installation, ainsi que le taux de distorsion harmonique total de l'onde de courant, THD_I , au niveau du matériel d'utilisation pour les harmoniques. Il convient également d'effectuer d'autres mesurages appropriés des harmoniques.

10.2.4 Alimentation locale

10.2.4.1 Production locale et renouvelable de l'énergie

Les sources d'énergies renouvelables sur site et d'autres sources de production locale n'augmentent pas en elles-mêmes l'efficacité de l'installation électrique. Toutefois, réduire les pertes globales du réseau de distribution lorsque la consommation du bâtiment alimenté par la régie d'électricité est réduite peut être considéré comme une mesure indirecte de l'efficacité énergétique.

Pour l'installation de sources locales d'alimentation, voir l'Article 551 de l'IEC 60364-5-55:2011 et, pour les installations photovoltaïques, voir l'IEC 60364-7-712.

10.2.4.2 Stockage d'énergie

Les systèmes de stockage d'énergie sur site optimisent l'utilisation de la production de sources locales renouvelables (par exemple, production solaire) et peuvent limiter l'impact de la puissance sur le réseau local et optimiser les tarifs. En soi, ces systèmes de stockage n'augmentent pas l'efficacité de l'installation électrique, mais réduisent au moins les pertes globales du réseau de distribution lorsque la consommation du bâtiment alimenté par une régie d'électricité est réduite. Ainsi, ces systèmes peuvent être considérés comme partie intégrante du management de l'énergie de l'installation.

NOTE Le système de stockage d'énergie partagé entre plusieurs installations peut également être pris en considération, car il peut optimiser la conception et améliorer l'efficacité globale de la distribution d'énergie électrique.

11 Actions pour l'efficacité énergétique

Les mesurages doivent être analysés, puis des actions directes ou programmées doivent être entreprises:

- l'action directe consiste à améliorer immédiatement l'efficacité énergétique, par exemple par la fermeture ou l'ouverture des fenêtres, ou par la régulation des températures à l'intérieur du bâtiment;
- les actions programmées consistent à analyser des mesurages antérieurs sur une certaine durée (par exemple, une année) et à comparer les résultats à des objectifs définis. Ensuite, les actions doivent consister à:
 - maintenir les solutions existantes;
 - mettre en œuvre de nouvelles solutions.

Le management de l'énergie favorise la durabilité et optimise la consommation d'électricité par:

- l'établissement de valeurs cibles de l'énergie;
- la conception de mesures de management de l'énergie pour optimiser la consommation d'électricité.

Annexe A (informative)

Détermination de l'emplacement du transformateur et du tableau de distribution par la méthode du barycentre

A.1 Méthode du barycentre

Lors de la conception d'une installation, il convient d'envisager de placer les transformateurs et les tableaux de distribution le plus près possible des matériels et systèmes grands consommateurs d'énergie pour réduire le plus possible les pertes au sein de l'installation électrique.

La méthode du barycentre permet de définir l'emplacement de plus haute efficacité énergétique pour les transformateurs et les tableaux de distribution dans une installation, par la réduction des pertes électriques. Des méthodes d'optimisation alternatives peuvent également être utilisées (voir A.3).

Cette méthode a pour but d'installer le transformateur et le tableau de distribution en un emplacement fondé sur une pondération relative en fonction de la consommation d'énergie des charges, de sorte que la distance par rapport à une charge de consommation d'énergie supérieure soit plus petite que la distance par rapport à une charge de consommation d'énergie inférieure.

Le barycentre permet de définir l'emplacement des matériels afin de réduire le plus possible les longueurs et les sections des conducteurs. L'augmentation de la section des câbles afin de satisfaire aux limitations de la chute de tension peut donc être évitée pour les câbles d'alimentation aux caractéristiques assignées élevées. Voir aussi 6.6.2.

Cette méthode n'envisage l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique que pour définir un emplacement théorique de la source, même s'il convient de prendre en considération d'autres aspects (par exemple, exigences relatives à la construction, aspects esthétiques, conditions d'environnement).

Chaque charge est identifiée par:

- les coordonnées de son emplacement: (x_i, y_i) ou (x_i, y_i, z_i) selon qu'une vue en 2D ou en 3D est disponible;
- la consommation annuelle estimée en kWh, EAC_i . Lorsque l'estimation de la consommation annuelle est inconnue, il convient de la remplacer par la puissance de la charge en kVA ou kW.

L'emplacement du barycentre défini par ses coordonnées (x_b, y_b, z_b) ou (x_b, y_b) doit être déterminé par la formule appropriée:

$$(x_b, y_b, z_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i, y_i, z_i) \times EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i}$$

ou

$$(x_b, y_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i, y_i) \times EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i}$$

Il convient de placer le transformateur ou le tableau de distribution qui alimente ce groupe de n charges le plus près possible du barycentre de ces charges électriques.

Exemple 1: calcul du barycentre dans une installation de production

L'installation de production de l'exemple a les charges suivantes (voir la Figure A.1):

1) Stockage logistique	$EAC_1 = 120$ kWh	à la position	$x_1 = 4$ m;	$y_1 = 4$ m
2) Régies d'électricité	$EAC_2 = 80$ kWh	à la position	$x_2 = 9$ m;	$y_2 = 1$ m
3) Bureau	$EAC_3 = 20$ kWh	à la position	$x_3 = 9$ m;	$y_3 = 8$ m
4) Production	$EAC_4 = 320$ kWh	à la position	$x_4 = 6$ m;	$y_4 = 12$ m

Selon la formule du barycentre:

$$(x_b, y_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i, y_i) \cdot EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i}$$

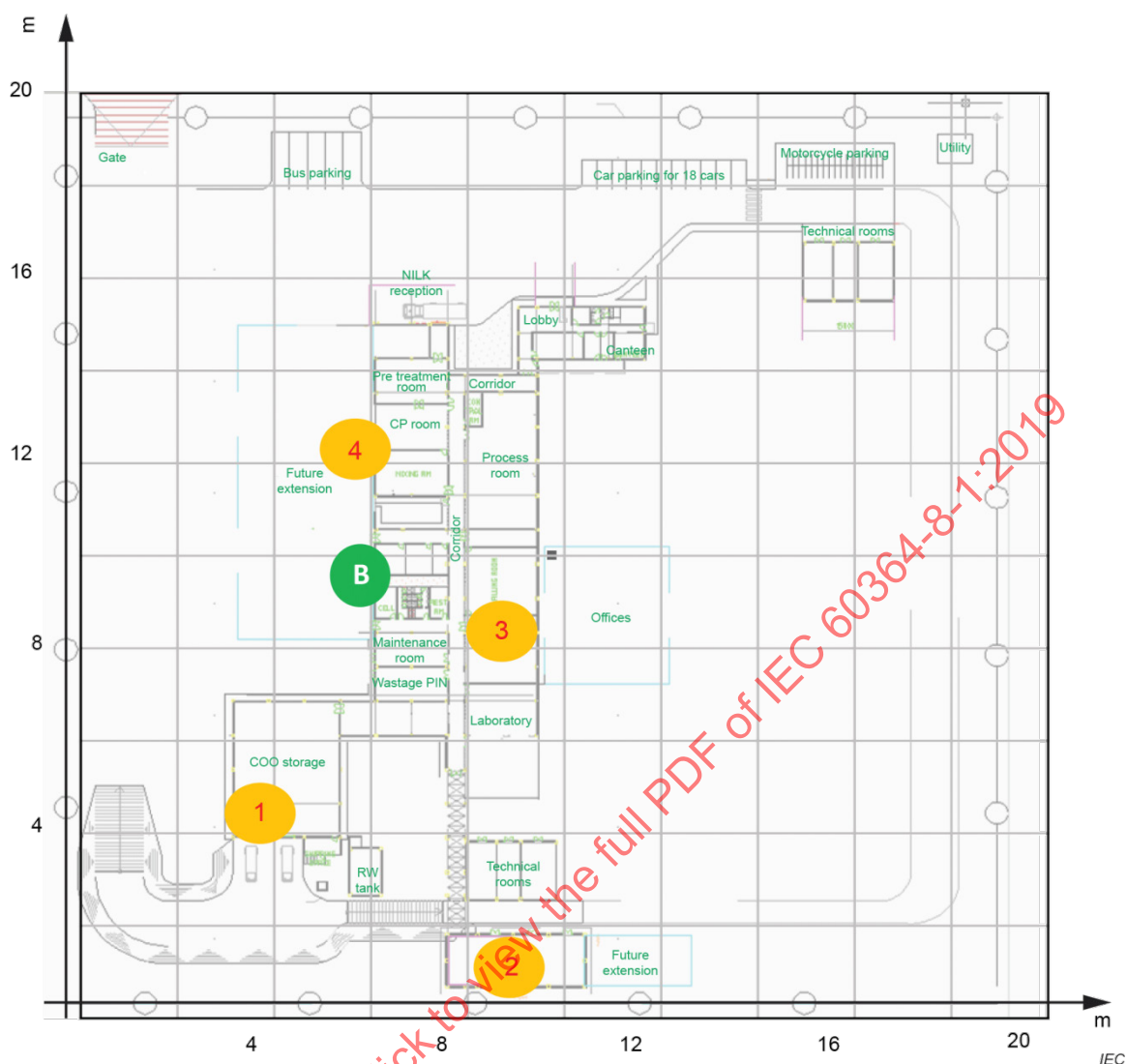
La position du barycentre sur l'axe x_b est donnée (en mètres) par:

$$x_b = \frac{4 \times 120 + 9 \times 80 + 9 \times 20 + 6 \times 320}{120 + 80 + 20 + 320} = \frac{3\,300}{540} = 6,11$$

De même, la position du barycentre sur l'axe y_b est donnée (en mètres) par:

$$y_b = \frac{4 \times 120 + 1 \times 80 + 8 \times 20 + 12 \times 320}{120 + 80 + 20 + 320} = \frac{4\,560}{540} = 8,44$$

L'emplacement du barycentre résultant est représenté à la Figure A.1.



Anglais	Français
Gate	Portail
Bus parking	Parc de stationnement pour bus
Car parking for 18 cars	Parc de stationnement de voitures pour 18 voitures
Motorcycle parking	Parc de stationnement pour motos
Utility	Régie d'électricité
NILK reception	Réception NILK
Technical rooms	Locaux techniques
Lobby	Vestibule
Canteen	Cantine
Pre treatment room	Salle de prétraitement
CP room	Salle CP
Future extension	Extension future
Corridor	Couloir
Process room	Salle de transformation
Maintenance room	Local de maintenance
Offices	Bureaux
Laboratory	Laboratoire

Anglais	Français
Wastage PIN	PIN de déperdition
COO storage	Stockage COO
RW tank	Réservoir RW

Figure A.1 – Exemple 1: Schéma d'implantation de l'installation de production avec les charges prévues et le barycentre calculé

Exemple 2: calcul du barycentre de trois charges différentes avec des utilisations différentes:

Le barycentre de trois charges différentes présente la consommation annuelle suivante (voir Figure A.2):

- charge 1: position: (1, 1), consommation: 80 kWh;
- charge 2: position: (9, 9), consommation: 80 kWh;
- charge 3: position: (20, 5), consommation: 320 kWh.

Coordonnées du barycentre:

$$(x_b, y_b) = \frac{(1,1) \times 80 + (9,9) \times 80 + (20,5) \times 320}{80 + 80 + 320} = (15,5)$$

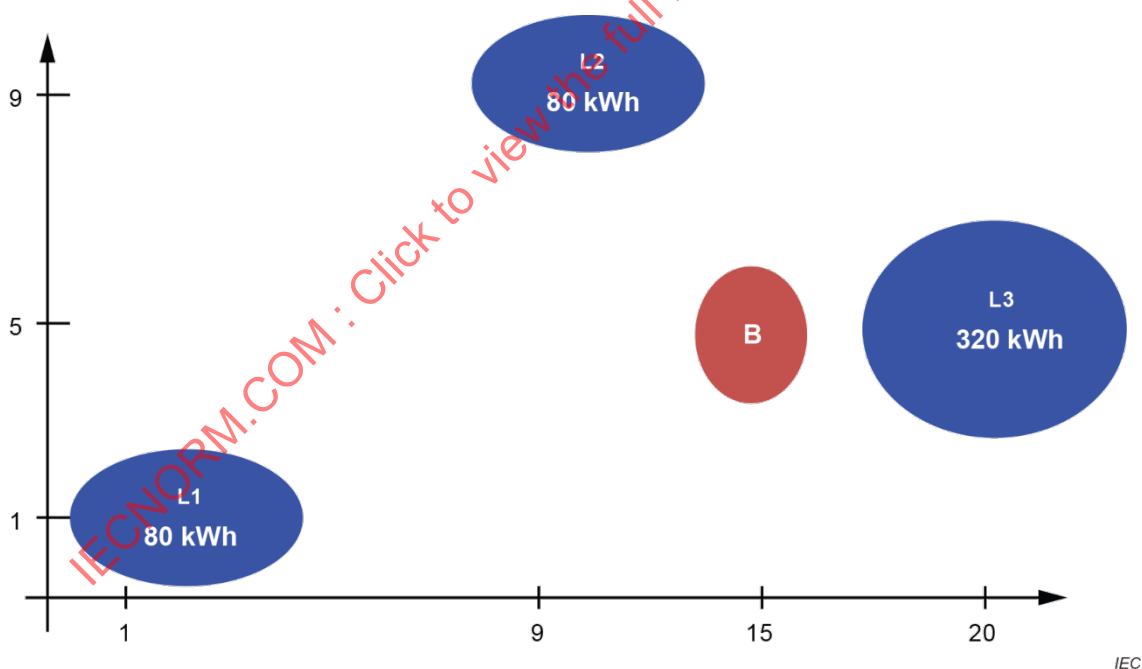


Figure A.2 – Exemple 2: barycentre calculé

A.2 Barycentre de charge totale

A.2.1 Généralités

Le barycentre de la charge totale est calculé compte tenu de toutes les charges mises en œuvre dans l'installation.