

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 13.020.01; 91.140.50

ISBN 978-2-8322-1883-9

**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.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
3.1 General.....	9
3.2 Electrical energy management	10
3.3 Energy measurement.....	11
3.4 Sectors of activities.....	12
4 General	12
4.1 Fundamental principles	12
4.1.1 Safety of the electrical installation	12
4.1.2 Availability of electrical energy and user decision	12
4.1.3 Design requirements and recommendations	13
5 Sectors of activities	13
6 Design requirements and recommendations	13
6.1 General.....	13
6.2 Determination of load profile	13
6.3 Determination of the transformer and switchboard location with the barycentre method	13
6.4 HV/LV substation	14
6.4.1 General.....	14
6.4.2 Optimum number of HV/LV substations.....	14
6.4.3 Working point of the transformer.....	14
6.4.4 Efficiency of the transformer	14
6.5 Efficiency of local production	15
6.6 Efficiency of local storage	15
6.7 Losses in the wiring	15
6.7.1 Voltage drop	15
6.7.2 Cross-sectional areas of conductors	15
6.7.3 Power factor correction.....	15
6.7.4 Reduction of the effects of harmonic currents	15
7 Determination of the zones, usages and meshes	16
7.1 Determining the zones	16
7.2 Determining the usages within the identified zones	16
7.3 Determining the meshes	16
7.3.1 General	16
7.3.2 Criteria for considering meshes	17
7.3.3 Meshes.....	18
7.4 Impacts on distribution system design.....	18
8 Energy efficiency and load management system.....	19
8.1 General.....	19
8.2 Requirements from the user	20
8.2.1 General	20
8.2.2 Requirements on the loads	20

8.2.3	Requirements on the supplies.....	20
8.3	Inputs from loads, sensors and forecasts	20
8.3.1	Measurement.....	20
8.3.2	Loads	22
8.3.3	Energy sensors.....	23
8.3.4	Forecasts	23
8.3.5	Data logging	23
8.3.6	Communication.....	23
8.4	Inputs from the supplies: energy availability and pricing, smart metering.....	23
8.5	Information for the user: monitoring the electrical installation	23
8.6	Management of loads through the meshes	24
8.6.1	General	24
8.6.2	Energy management system.....	24
8.7	Multi-supply source management: grid, local electricity production and storage	24
9	Maintenance and enhancement of the performance of the installation	25
9.1	Methodology	25
9.2	Installation life cycle methodology.....	26
9.3	Energy efficiency life cycle.....	26
9.3.1	General	26
9.3.2	Performance programme	26
9.3.3	Verification	27
9.3.4	Maintenance	27
10	Parameters for implementation of efficiency measures	27
10.1	General.....	27
10.2	Efficiency measures	27
10.2.1	Current-using/carrying equipment.....	27
10.2.2	Distribution system	28
10.2.3	Installation of monitoring systems	29
11	Actions	31
12	Assessment process for electrical installations	32
12.1	New installations, modifications and extensions of existing installations.....	32
12.2	Adaptation of existing installations	32
Annex A (informative)	Determination of transformer and switchboard location using the barycentre method.....	33
A.1	Barycentre method.....	33
A.2	Total load barycentre	36
A.2.1	General	36
A.2.2	Subdistribution board locations.....	37
A.2.3	Iterative process	37
Annex B (informative)	Example of a method to assess the energy efficiency of an electrical installation	38
B.1	Energy efficiency parameters	38
B.2	Energy efficiency performance levels	46
B.3	Installation profiles.....	48
B.4	Electrical installation efficiency classes.....	49
B.5	Example of installation profile (IP) and electrical installation efficiency class (EIEC).....	50
Bibliography		52

Figure 1 – Energy efficiency and load management system	19
Figure 2 – Power distribution scheme	21
Figure 3 – Iterative process for electrical energy efficiency management	25
Figure A.1 – Example 1: Floor plan of production plant with the planned loads and calculated barycentre	35
Figure A.2 – Barycentre – Example 2: Calculated	36
Figure A.3 – Example of location of the barycentre in an industrial building	37
Table 1 – Overview of the needs	21
Table 2 – Process for electrical energy efficiency management and responsibilities	26
Table B.1 – Determination of load profile in kWh	38
Table B.2 – Location of the main substation	39
Table B.3 – Required optimization analysis for motors	40
Table B.4 – Required optimization analysis for lighting	40
Table B.5 – Required optimization analysis for HVAC	41
Table B.6 – Required optimization analysis for transformers	41
Table B.7 – Required optimization analysis for wiring system	42
Table B.8 – Required optimization analysis for power factor correction	42
Table B.9 – Requirement for power factor (PF) measurement	43
Table B.10 – Requirement for electrical energy (kWh) and power (kW) measurement	43
Table B.11 – Requirement for voltage (V) measurement	44
Table B.12 – Requirement for harmonic and interharmonic measurement	45
Table B.13 – Requirement for renewable energy	46
Table B.14 – Minimum requirement for distribution of annual consumption	47
Table B.15 – Minimum requirement for reducing the reactive power	47
Table B.16 – Minimum requirement for transformer efficiency	48
Table B.17 – Energy efficiency measures profile	49
Table B.18 – Energy efficiency performance profile for an industrial installation	49
Table B.19 – Electrical installation efficiency classes	50
Table B.20 – Example of energy efficiency profile – Efficiency measures	50
Table B.21 – Example of energy efficiency profile – Energy efficiency performance levels	51

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATIONS –**Part 8-1: 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.

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

FDIS	Report on voting
64/1969/FDIS	64/1977/RVD

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

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

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

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

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

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.

Withd
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2014

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 therefore takes into account inputs from users, suppliers and utilities.

The rate of replacement of existing properties is low, between 2 % and 5 % annually, depending on the state of the local economy. It is therefore important that this standard 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 through major investment or by an incremental method. 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 standard 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 costs divided by the amount of investment.

This standard is intended to provide requirements and recommendations for the electrical part of the energy management system addressed by ISO 50001 [1]¹.

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

This standard introduces requirements and recommendations to design the adequate installation in order to give the ability to improve the management of 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 standard.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

LOW-VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATIONS –

Part 8-1: Energy efficiency

1 Scope

This part of IEC 60364 provides additional requirements, measures and recommendations for the design, erection 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 and recommendations for the design 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 and recommendations apply, within the scope of the IEC 60364 series, for new installations and modification of existing installations.

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

This standard does not specifically address building automation systems.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034-30, *Rotating electrical machines – Part 30: Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors (IE-code)*

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, *Low-voltage electrical installations – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment*

IEC 60364-7-712:2002, *Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

IEC 61557-12:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 12: performance measuring and monitoring devices (PMD)*

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)*

3 Terms and definitions

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

3.1 General

3.1.1

zone

area (or a surface) defining 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

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

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-16-02] [2]

3.1.3

electrical distribution system

set of coordinated electrical equipment such as transformers, protection relays, circuit-breakers, wires, busbars, etc. for the purpose of powering current-using equipment with electrical energy

3.1.4

usage

type of application for which electricity is used such as lighting, heating, etc.

3.1.5

distribution system design

design of cabling and associated electrical equipment for the distribution of electrical energy

3.1.6

load energy profile

electrical energy consumed over a specified period of time for a mesh or a group of meshes

3.1.7

electrical energy efficiency

EEE

system approach to optimize the efficiency of electrical energy use

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.

Note 2 to entry: “Energy efficiency” is considered to represent “Electrical energy efficiency” in this standard.

3.1.8

mesh

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

3.1.9

active electrical energy efficiency measures

measures for the optimization of electrical energy produced, supplied, flowing and consumed by an electrical installation for the best permanent functionally equivalent service

Note 1 to entry: In this context, the word “measure” is to be understood as “provision”.

3.1.10

passive electrical energy efficiency measures

measures for the choice of parameters of electrical equipment (type, location, etc.) in order to improve overall electrical energy efficiency of the electrical installation while not affecting initial construction parameters such as limiting air penetration, water penetration, and thermal insulation, and other parts of the structure of the building

Note 1 to entry: In this context, the word “measure” is to be understood as “provision”.

3.1.11

electrical energy efficiency profile

set of criteria defining the electrical energy efficiency of an electrical installation

3.1.12

electrical installation efficiency class

EIEC

combination of efficiency measures (EM) and energy efficiency performance levels (EEPL)

3.1.13

efficiency measures

EM

level of implementation of measures to improve energy efficiency of an electrical installation

3.1.14

energy efficiency performance level

EEPL

level of energy efficiency improvement attained by measures implemented for improving the energy efficiency of an electrical installation

3.1.15

energy efficiency parameter

influencing factor on the energy efficiency of the installation

3.2 Electrical energy management

3.2.1

installation monitoring and supervision system

set of coordinated devices for the purpose of controlling and supervising electrical parameters in an electrical distribution system

Note 1 to entry: Examples of devices are

- current sensors,
- voltage sensors,
- metering and monitoring devices,
- power quality instruments,
- supervision software tools.

3.2.2**electrical energy management system**

EEMS

system comprising different equipment and devices in the installation for the purpose of energy efficiency management

3.2.3**rational use of energy**

energy use by consumers in a manner best suited to the realization of economic objectives, taking into account technical, social, political, financial and environmental constraints

3.2.4**electrical energy management and efficiency**

system approach to optimize the efficiency of energy used to perform a given service, activity or function and taking care of inputs from user needs, utilities needs and energy pricing, availability of local storage or production of electrical energy

3.2.5**load shedding**

approach where the electrical loads are switched off for variable periods of time to optimize demand

3.3 Energy measurement**3.3.1****energy measurement**

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

3.3.2**metering**

applying a device measuring energy or other consumption

3.3.3**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.

3.3.4**monitoring**

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

[SOURCE: IEC 60050-881:1983, 881-16-02 [3], modified – the words "for radiation protection" have been omitted]

3.3.5**evaluation**

comparison of monitored results against targets

3.3.6**forecast**

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

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

THDu

ratio of the r.m.s. value of the harmonic content of an alternating quantity (voltage) to the r.m.s. value of the fundamental component of the quantity (voltage)

3.3.8

total harmonic distortion of the current wave

THDi

ratio of the r.m.s. value of the harmonic content of an alternating quantity (current) to the r.m.s. value of the fundamental component of the quantity (current)

3.4 Sectors of activities

3.4.1

residential buildings (dwellings)

premises designed and constructed for private habitation

3.4.2

commercial buildings

premises designed and constructed for commercial operations

Note 1 to entry: Examples of commercial buildings are offices, retail, distribution, public buildings, banks, hotels.

3.4.3

industrial buildings

premises designed and constructed for manufacturing and processing operations

Note 1 to entry: Examples of industrial buildings are factories, workshops, distribution centres.

3.4.4

infrastructure

systems or premises designed and constructed for transport or utility operations

Note 1 to entry: Examples of infrastructures are airport terminals, port facilities, transport facilities.

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. The safety of persons, property and livestock remains of prime importance.

Active electrical energy efficiency measures shall not impair the passive energy efficiency measures of the building.

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 user of the electrical installation shall be able to take the final decision over whether they accept or not to use a service at nominal value, or optimized value or not to use it for a certain time.

At any time the user shall be able to make an exemption and to use the service in accordance with his needs while being aware that this can be more costly than expected from the electrical energy point of view.

NOTE Examples are if someone is ill, the user may decide to heat the room at a higher temperature, even during peak consumption; if a company receives an urgent delivery order, the workshop may need to work at an unexpected hour.

4.1.3 Design requirements and recommendations

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

- load energy profile (active and passive);
- availability of local generation (solar, wind, generator, etc.);
- reduction of energy losses in the electrical installation;
- the arrangement of the circuits with regard to energy efficiency (meshes);
- the use of energy according to customer demand;
- the tariff structure offered by the supplier of the electrical energy;

without losing the quality of service and the performance of the electrical installation.

5 Sectors of activities

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

- residential buildings (dwellings);
- commercial buildings;
- industrial buildings;
- infrastructure.

6 Design requirements and recommendations

6.1 General

This clause gives the design principles of the installation, taking into account:

- the load energy profile (active and passive);
- the minimization of energy losses in the electrical installation by means of
 - optimal location of the HV/LV substation, local energy production source and switchboard (barycentre),
 - reduction of losses in wiring.

6.2 Determination of load profile

The main load demands within the installation shall be determined. The loads in kVA, together with their durations of operation, and/or an estimate of the annual load consumption (in kWh) should be identified and listed.

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 building's designers and owners prior to construction. To keep losses to a minimum, transformers and main distribution switchboards shall be located (where possible) 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 one solution which identifies if the load distribution is uniform or of localized type and determines 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, consideration of the following topics shall be taken into account:

- the optimum number of HV/LV substations;
- the working point of the transformer;
- the efficiency of the transformer.

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

As an HV consumer, it is important to consider the number and location of substations, transformers and LV switchboards.

6.4.2 Optimum number of HV/LV substations

Depending on several criteria such as the required power, the building surface 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 cables.

The barycentre method is one solution which identifies if the load distribution is uniform or of localized type and determines the total load barycentre location. See examples of calculations in Annex A.

If the barycentre is located in one building side, it is advised to choose one substation close to this barycentre; on the other hand, if the barycentre is located in the middle of the building layout, it may not be possible to locate the HV/LV substation near to the load centre. In such cases, it is advised to divide the electrical distribution among several HV/LV substations located to their respective barycentre. This enables the optimization of LV cable 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.

NOTE 1 Usually, the maximum efficiency of a transformer corresponds to 25 % to 50 % of maximum power rating of the transformer.

NOTE 2 Efficiency calculation can be accomplished using any appropriate standard for transformers, e.g. IEC 60076-20 [4], NEMA guide TP1 [5] and IEEE C57.12 standards [6]

6.4.4 Efficiency of the transformer

Transformers are inherently efficient electrical machines. Their environmental impact mainly depends on the working point energy losses.

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 may be classified on the basis of their load and no-load energy losses.

The choice of the top energy efficiency class results in increased cost. However, the payback time can be estimated to be relatively short (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.

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

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

6.5 Efficiency of local production

Under consideration.

6.6 Efficiency of local storage

Under consideration.

6.7 Losses in the wiring

6.7.1 Voltage drop

Reducing the voltage drop in the wiring is achieved by reducing the losses in the wiring.

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

6.7.2 Cross-sectional areas of conductors

Increasing the cross-sectional area of conductors will reduce the power losses. This decision shall be made by assessing the savings within a time scale against the additional cost due to this over-sizing.

For cables, the chosen size shall be determined taking into account the cost of losses that will occur during the working life of the cable against the initial cost of the cable. A calculation method can be found in IEC 60287-3-2.

The I^2Rt losses and limitations on future expansion of fed loads need to be considered for smaller conductors.

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

6.7.3 Power factor correction

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

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

NOTE A power factor correction could 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.

6.7.4 Reduction of the effects of harmonic currents

Reduction of harmonics at the load level, e.g. selection of harmonic-free products, reduces the thermal 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.

NOTE A reduction of harmonics could 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

A zone represents a surface area in m² or a location where the electricity is used. It may correspond for example to

- an industrial workshop,
- a floor in building,
- a space near windows or a space far 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.

Identification of the zones is needed to enable correct determination of the meshes (see 7.3.1).

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.

Different usages could be the following:

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

7.3 Determining the meshes

7.3.1 General

A mesh is a circuit or a group of circuits identified with respective current-using equipment as useful for energy efficiency management.

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

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

Meshes shall be managed to use electrical energy to always fulfil the need, taking into account factors such as the availability of daylight, occupation of a room, availability of energy, external temperature, others aspects linked to the building construction and passive energy efficiency.

One circuit belongs to one mesh.

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 7.3.2.

7.3.2 Criteria for considering meshes

7.3.2.1 General

The following criteria are necessary for defining the different meshes of an electrical installation from the point of view of energy management and monitoring with regards to efficiency.

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.

7.3.2.2 Technical criteria based on external parameters (e.g. time, illuminance, temperature, etc.)

Interruption of certain services or applications should be avoided during certain periods of time. The designer, electrical contractor and/or end user should agree on the daily, weekly, monthly or yearly scheduling for when some services or applications shall be available or can be reduced or stopped. 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.

7.3.2.3 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.

7.3.2.4 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 the appropriate mesh.

7.3.2.5 Economic criteria based on ratio

In general, small meshes are not effective when pursuing energy efficiency improvements for an installation.

In a location where a group of utilisation 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 a more effective use of energy.

7.3.2.6 Economic criteria based on the variable cost of electricity

The cost of electricity may vary with the time of use (increase or decrease of the kWh cost at a given time), 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.

7.3.2.7 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 in deciding 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 IT 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 for product standardization for product design and installation design.

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

7.3.3 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 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, etc. 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 standard, 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 Impacts on distribution system design

Distribution system design of the 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 metering, control and energy management shall be considered for new construction and future modifications.

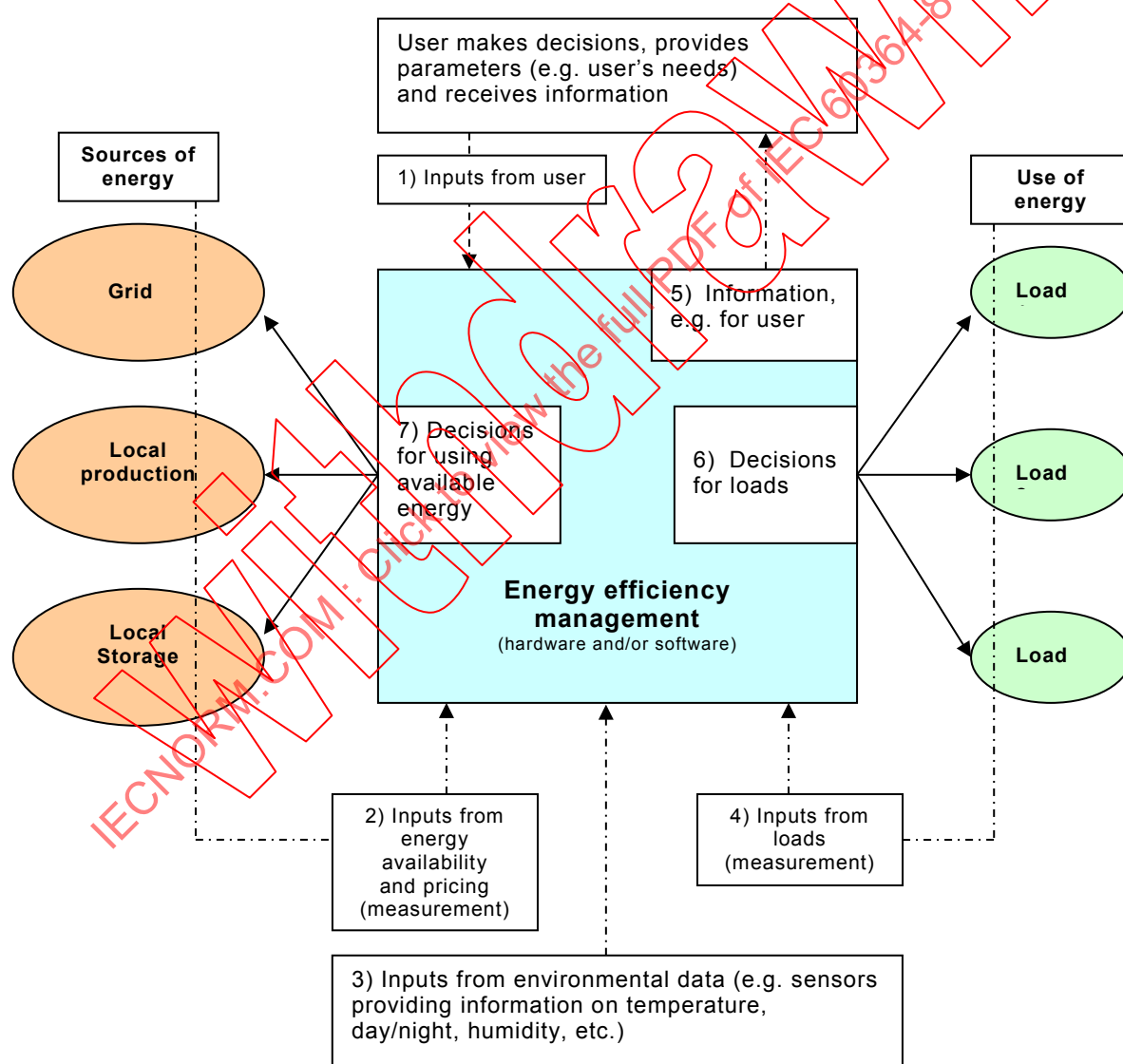
Main distribution switchboards shall be so designed as to segregate circuits supplying each zone or each mesh defined in 7.3. This requirement shall also apply to other distribution switchboards, where necessary.

8 Energy efficiency and load management system

8.1 General

An energy efficiency and load management system (see Figure 1) provides guidance on how to optimize the usage of the energy consumed, taking into account the loads, local production and storage and user requirements.

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



IEC

Figure 1 – Energy efficiency and load management system

NOTE The proportion of renewable energy in the grid supply and the amount of local renewable energy may be determined by national and local requirements.

8.2 Requirements from the user

8.2.1 General

Requirements from the user are the first input to take into consideration. These requirements will be the key input to design the energy efficiency management system.

8.2.2 Requirements on the loads

The designer and installer shall take into account the user decisions on selection of energy efficient appliances (freezer, lamps, etc.).

The user may give priority to the usage of the different loads as an input of the load optimization process (e.g. load shedding).

The designer shall take into account the use of the installation in providing an energy efficient design.

The installer shall provide 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 Measurement

8.3.1.1 Requirements on accuracy and measuring range

Measurement is a key parameter to determine the efficiency of the installation giving the subscriber an awareness of his consumption. Consequently, device accuracy and measuring range shall be adapted to the intended use, as close as possible to the loads.

From a general point of view (general use in buildings such as dwellings, shops, public buildings, offices, etc.), the highest metering accuracy is important at the origin of the installation where it is used for invoicing or similar purposes, but also to measure and assess the efficiency of the whole installation, or to enable assessment of the whole installation 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 enough 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 may justify a particular accuracy measurement.

Accuracy of measurement shall at least comply with the following:

- the meter at the origin of the loads shall be accurate for billing purposes and can be used for the measurement of the efficiency of the whole installation;
- at a lower level, for example for some important meshes it may be necessary to provide measurement with an accuracy allowing sub-billing within the same entity. For example, a company such as a hotel may wish to sub-invoice the department for catering separately from the department in charge of entertainment,
- at the lowest level of the final circuit directly powering loads it can be enough to provide information for following trends without precise needs for current to power conversion.

The device measuring range shall be adapted to the maximum values measured in the mesh.

Device accuracy should be consistent when used for comparison for similar loads on different meshes and is dependent on the use of the information required.

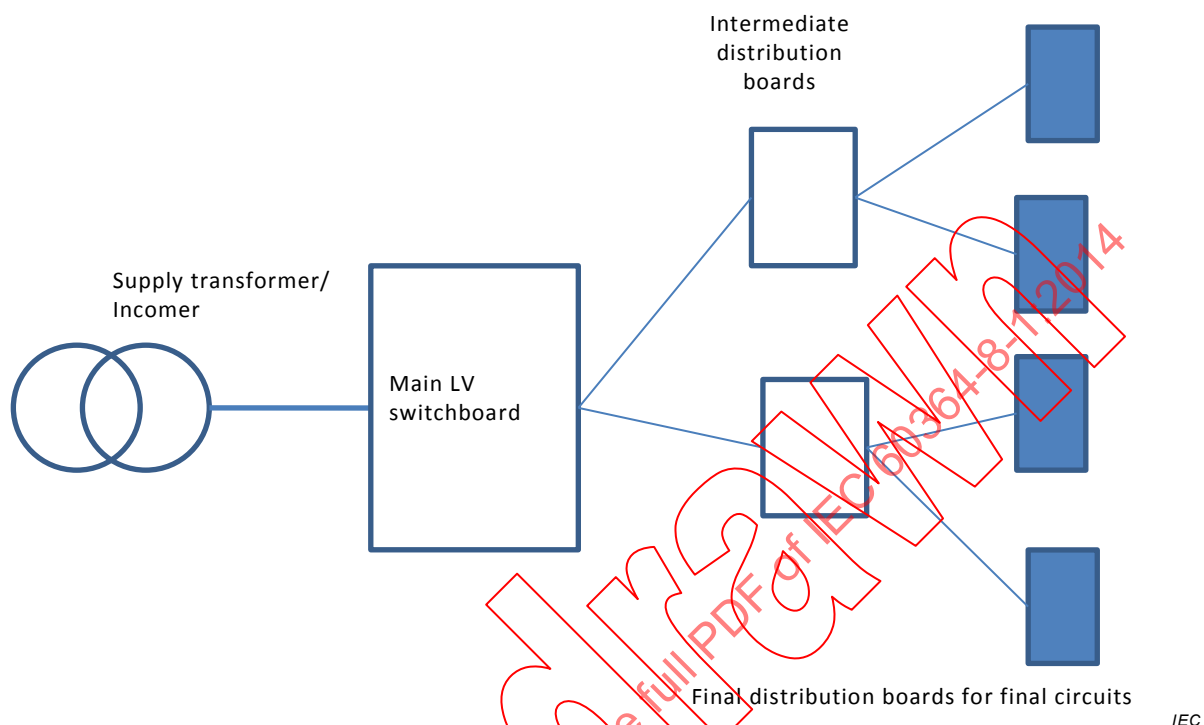


Figure 2 – Power distribution scheme

If the distribution system 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 1.

Table 1 – Overview of the needs

	Incomer	Main LV switchboard	Intermediate distribution boards	Final distribution board
Possible meshes	The whole installation	Homogeneous entities (e.g. swimming pool, workshop, office)	Zones and/or usages (e.g. heating of the lobby)	Circuits
Ratio between current in loads and nominal 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 %
Possible measurement objectives for network management	Contractual power quality monitoring. Network monitoring	Network monitoring	Power metering	Power metering See Note 1

	Incomer	Main LV switchboard	Intermediate distribution boards	Final distribution board
Measurement objectives for cost management	Revenue metering. Bill checking. Energy usage analysis and optimization. Contract optimization. Regulatory compliance	Cost allocation. Energy usage analysis and optimization. Efficiency assessment. Contract optimization. Regulatory compliance	Cost allocation. Energy usage analysis and optimization. Efficiency assessment. Contract optimization. Regulatory compliance	Energy usage analysis and optimization. Energy usage trends assessment See Note 2
Overall system accuracy of active energy measurement	In general, excellent accuracy, e.g. class 0.2 to class 1	In general, good accuracy, e.g. class 0.5 to class 2	In general, medium accuracy, e.g. class 1 to class 3	In general, reliable indication should be more important than accuracy. See Note 2
NOTE 1 In this case, the number of measured parameters may be limited.				
NOTE 2 In this case, only a trend assessment may be requested. Then, measurement accuracy may be much less important than reliable indication.				

8.3.1.2 Measurement applications requested for EE assessment

Energy efficiency of low-voltage installations mainly uses the following sorts of applications:

- energy usage analysis and cost allocation;
- energy usage optimization; efficiency assessment (coefficient of performance (COP), power usage effectiveness (PUE), etc.); contract optimization; regulatory compliance; energy management system policy, e.g. according to ISO 50001;
- network metering; network monitoring; contractual power quality monitoring.

8.3.2 Loads

8.3.2.1 General

Loads shall be classified regarding their user's acceptance of load shedding. Some loads such as information technology equipment systems, computers, TV sets are not suitable for load shedding. Some others like heaters, fridges, electric vehicles, can accept without any impact on their service a shedding up to a certain period of time.

For each type of load, 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 load with the lowest rated off-time. For this reason it is recommended to specify meshes that have loads with similar rated off time.

Information on the ability of loads to accept or not a shedding, and the corresponding duration(s) is useful.

8.3.2.2 Load shedding and device choice

There are relationships between potential improvements in energy efficiency, lifetime and the maintenance of devices, systems and installation.

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

For 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, in some cases leading 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, reduces 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 energy efficiency may be to use lamps with the right technology regarding the switching issue in order to offer a lower energy consumption of the installation and a normal expected lifetime of the lamps.

8.3.3 Energy sensors

Energy-sensing devices shall be of at least the same class as the energy performance and monitoring device defined in Annex D of IEC 61557-12:2007.

8.3.4 Forecasts

Forecasts are indicators to be used as inputs to the energy efficiency management system, such as weather and occupancy forecasts.

8.3.5 Data logging

Examination of historical data is an input for making energy demand forecasts (see 8.3.4).

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.

8.3.6 Communication

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.

8.4 Inputs from the supplies: energy availability and pricing, smart metering

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

- where the supply is a local source, the user shall consider the minimum and/or the maximum available power and define the price of this energy based on the total cost of ownership including fixed and variable costs;
- where the supply come from a local store of energy (e.g. battery), the user shall consider the maximum available power, the quantity of energy available and define the varying price of this energy based on the total cost of ownership, including fixed and variable costs.

8.5 Information for the user: monitoring the electrical installation

The installation should be designed to enable the measurement of its total consumption in kWh for every hour of each day. This data, and the related cost of energy information, should be logged and stored for a minimum of one year and should be accessible to the user.

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

In addition, (e.g. by use of submetering), 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.

8.6 Management of loads through the meshes

8.6.1 General

An energy efficiency management system comprises monitors for the whole smart electrical installation including loads, local production and storage. It can manually (easiest cases) or automatically (most situations) monitor the electrical installation of the smart electrical installation so as to optimize permanently 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 Energy management system

The energy management system shall be based on

- end user choices,
- energy monitoring,
- energy availability and cost,
- inputs from loads, local electricity production and storage, energy sensors and forecasts.

Energy management system shall include

- measurement of meshes,
- control,
- power quality,
- reporting,
- alarms: verification of good operation of the devices,
- tariff management, if any,
- security of data,
- display function for public awareness.

The requirements of the user define the inputs to the system, i.e. meters, 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 levels and loads. It may also produce alarms, control loads or change tariffs if preset limits are exceeded.

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.

NOTE The utilities and the grid balance the use of electrical energy by the end user with the production and transportation of this energy. As the number of sources of electrical energy increases, and will increasingly be based on renewable sources, the availability of electrical energy will become more transient. The solution that utilities will provide to maintain the right balance between unpredictable consumption and uncontrollable production will be to regulate the price of energy through the smart grid.

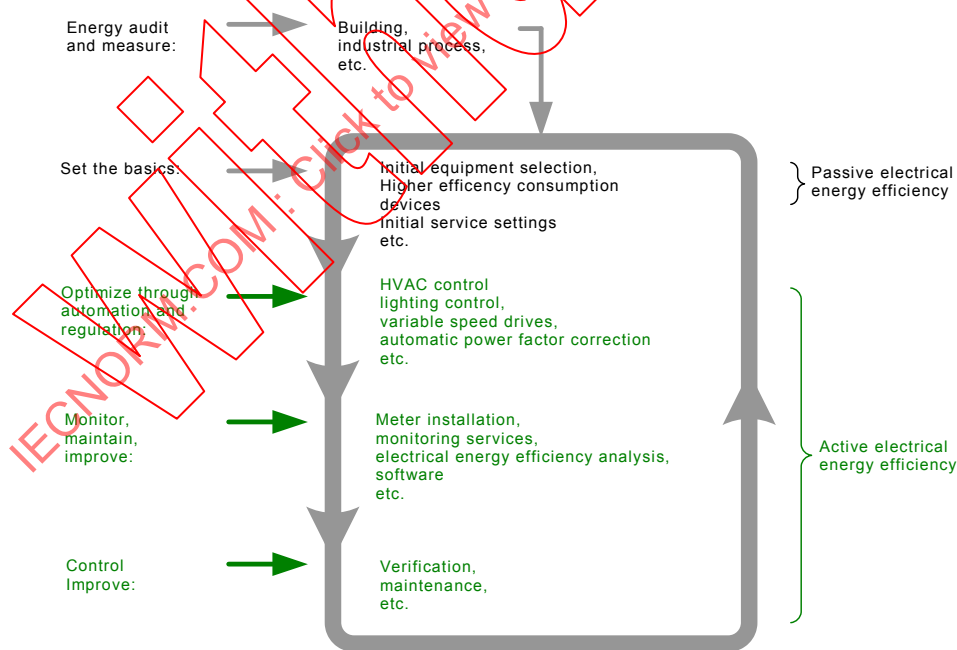
9 Maintenance and enhancement of the performance of the installation

9.1 Methodology

The implementation of electrical energy efficiency measures 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.

The requirements and recommendations of this standard comply with the following statements:

- Measurement is one of the primary keys 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.
- The right energy produced and used at the right time (see point c) below
 - 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. See Figure 3.



IEC

Figure 3 – Iterative process for electrical energy efficiency management

Table 2 – Process for electrical energy efficiency management and responsibilities

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

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 [7], but is an 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 shall be achieved for each existing installation.

NOTE 4 Simply understanding where and how energy is used can yield up to 10 % savings according to experience, without any capital investment, using only procedural and behavioural changes. This is typically accomplished by connection of 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 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 measures 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 is to optimize the total electrical energy consumption. Therefore it is necessary ensure the efficiency of all measures implemented in the electrical installation for the entire life of the installation. This can be improved by permanent monitoring and periodic control.

9.3.4 Maintenance

In addition to safe operation as stated in 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 and to achieve an energy efficiency performance level. These measures and levels are used to build the installation profile (IP) and the electrical installation efficiency class. These requirements are organized into three topics:

- efficiency of current-using/carrying equipment;
- efficiency of the electrical distribution system;
- installation of control, monitoring and supervision systems.

NOTE Informative examples concerning a method for achievement levels, energy efficiency performance levels, installation classes and installation profiles are given in Annex B.

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

10.2 Efficiency measures

10.2.1 Current-using/carrying equipment

10.2.1.1 Motors and controls

An a.c. induction motor can consume more energy than it actually needs, especially when operated at less than full-load conditions. This excess consumption of energy is dissipated by the motor in the form of heat. Idling, cyclic, lightly loaded or oversized motors consume more power than necessary. A better choice of motor and motor control will improve the global energy efficiency of the electric motor system.

As about 95 % of the operating cost of a motor comes from its electrical energy consumption, adopting a higher energy efficiency class according to IEC 60034-30, especially for high-duty applications, saves significant energy.

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

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 required flow and pressure.

NOTE 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 by more than 50 %. 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 Distribution system

10.2.2.1 General

Efficiency of an electrical distribution system is based on the following principles:

- intrinsic efficiency of electrical equipment such as transformers or reactors and wiring systems;
- topology of the electrical distribution system at all levels of voltage, e.g. 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 This subclause does not apply to public power grid transformers.

Transformer efficiency depends on load. Full-load losses and no-load losses shall be optimized according 6.4, taking into consideration the daily, weekly and annual load 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, 6.5 shall be applied.

To optimize the number and allocation of circuits, 7.3 shall be applied.

The impact of thermal losses, off-load consumption and on-load energy consumption of equipment connected in series with the wiring system, e.g. switchgear and controlgear, power monitors and relays included in an electrical circuit, is negligible regarding 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 thermal losses in wiring systems, particularly in the low-voltage public distribution system, and reduce 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 may be implemented:

- selection of current-using equipment with low reactive energy consumption;
- systems for compensation of reactive energy by using capacitors.

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

10.2.3 Installation of monitoring systems

10.2.3.1 General

The electrical distribution system needs to meet the monitoring capability requirements.

In the case of measurement by zone, each zone needs to have a dedicated feeder, allowing the installation monitoring system to perform the relevant measurements.

In the case of measurement by usage, each usage needs to have a dedicated feeder, allowing the installation monitoring system to perform the relevant measurements.

An installation monitoring system has three main objectives:

a) Control of performance and benchmarking of consumption pattern

An annual measurement of the total kWh consumption based on utility meters can be used. Timed data measurements (e.g. measurement every 30 min) can also be used, from which load profiles may be produced. It shall be possible to consolidate this information with other energy consumption data and external factors such as degree-day data, occupancy rate, etc. Some focus on particular energy use may be necessary according to national regulation (e.g. lighting, heating, etc.)

b) Identification of energy use and any changes of consumption pattern

This is necessary

- to build an action plan and check the effectiveness of actions.
- to check the operation of control systems used to optimize consumption.

c) Power quality survey

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:

- devices measuring relevant parameters such as: energy, active power, power factor, voltage, power quality indicators (harmonic distortion, reactive energy, etc.);
- supervision tools, building energy management system (communication system and software) when permanent measurement and data storage is required.

Accuracy for measurements shall be adapted to the accuracy needed regarding the efficiency measures.

Acceptable limits of accuracy in measurement may be greater when the point of measurement is far from the origin of the installation or zone:

- at the origin of the installation or zone defined for efficiency measures, accuracy shall be the greatest and shall comply with an accuracy class defined in IEC 62053-21 and IEC 62053-22. Accuracy class shall be aligned with the requested efficiency measurement;
- at the main switchboard level, accuracy shall be better than 5 %;
- at sub-distribution boards or final distribution boards and downstream, accuracy shall be better than 10 % from 5 % to 90 % of the nominal unit.

10.2.3.2 Energy

It is of prime importance, in term of electrical energy efficiency, to first measure current-using equipment electricity consumption.

10.2.3.3 Load profile

Measurement of the energy used over short periods of time is necessary to give a load profile. This should be over a period of a minimum of 24 h to give a reasonable estimate of load profile.

NOTE The time period of measurement is typically from every 10 min to 1 h maximum. The time period varies depending on the usage, zone and the sector of activity, and also the season (especially for lighting and HVAC).

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 Table G 52.1 of IEC 60364-5-52:2009.

10.2.3.5 Power factor

Where power factor measurement is relevant, it shall be implemented.

10.2.3.6 Harmonics

Non-linear electrical equipment such as power electronic systems including power drives systems (PDS), inverters, uninterruptable power supplies (UPS), other power converters, arc furnaces, transformers and discharge lamps generate 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.

Harmonics provoke overheating and as a consequence generate additional power losses through the wiring system. Therefore the measurement of THDU at the installation level and THDI at the current-using equipment level for harmonics is recommended. Appropriate measurement for other harmonics should also be performed.

10.2.3.7 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 photovoltaic power sources, see Clause 551 of IEC 60364-5-55:2011 and Clause 712 of IEC 60364-7-712:2002.

11 Actions

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

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

Energy management is required to achieve sustainable and maximum reductions of electricity consumption by

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

12 Assessment process for electrical installations

12.1 New installations, modifications and extensions of existing installations

Under consideration.

12.2 Adaptation of existing installations

Under consideration.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2014

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 installation electrical distribution system.

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.

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 6.7.2.

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, etc. should be considered.

Each load shall be 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 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:

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

or

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

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:

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

the x position of the barycentre is given by:

$$x_b = \frac{4 \text{ m} \cdot 120 \text{ kWh} + 9 \text{ m} \cdot 80 \text{ kWh} + 9 \text{ m} \cdot 20 \text{ kWh} + 6 \text{ m} \cdot 320 \text{ kWh}}{120 \text{ kWh} + 80 \text{ kWh} + 20 \text{ kWh} + 320 \text{ kWh}} = \frac{3300}{540} = 6.11 \text{ m}$$

similarly, the y position of the barycentre is given by:

$$y_b = \frac{4 \text{ m} \cdot 120 \text{ kWh} + 1 \text{ m} \cdot 80 \text{ kWh} + 8 \text{ m} \cdot 20 \text{ kWh} + 12 \text{ m} \cdot 320 \text{ kWh}}{120 \text{ kWh} + 80 \text{ kWh} + 20 \text{ kWh} + 320 \text{ kWh}} = \frac{4560}{540} = 8.44 \text{ m}$$

The resulting barycentre location is shown in Figure A.1, at point B.



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 with 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:

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

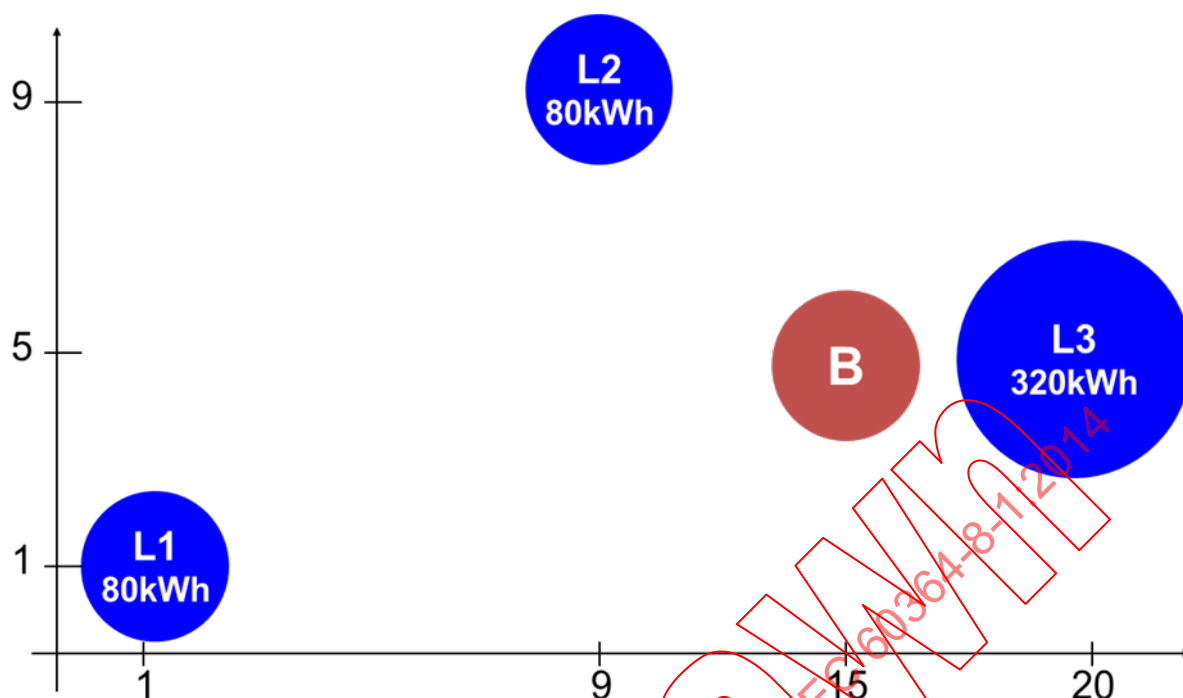


Figure A.2 – Barycentre – Example 2: Calculated

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 1: 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.

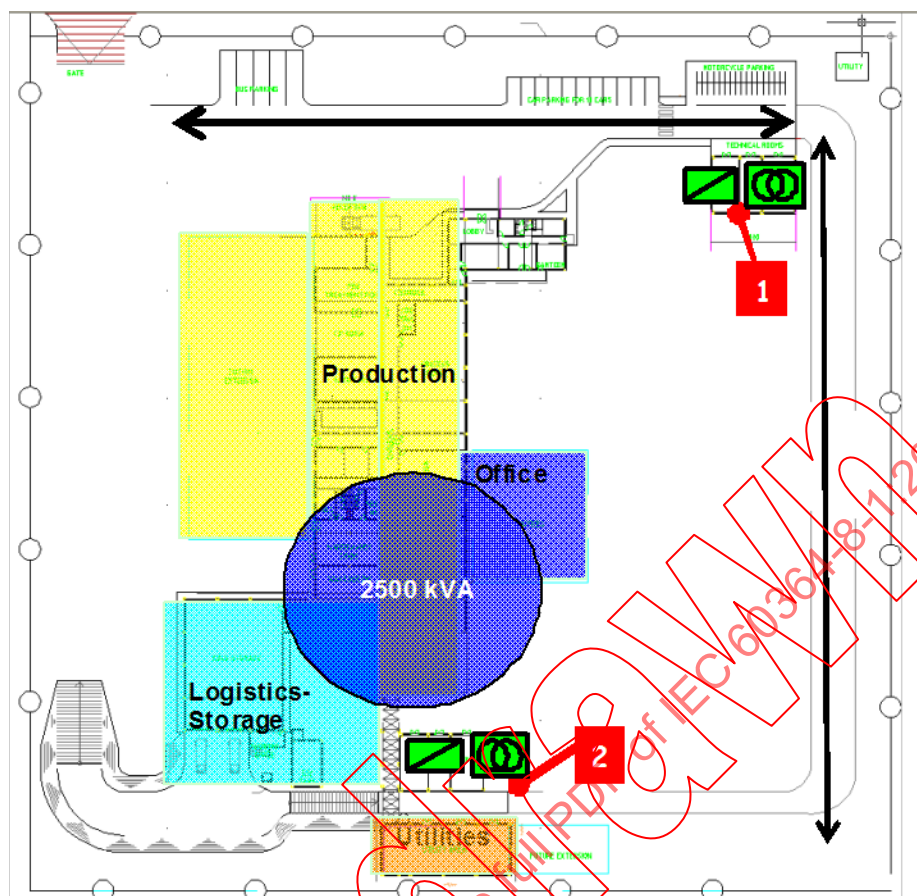


Figure A.3 – Example of location of the barycentre in an industrial building

A.2.2 Subdistribution board locations

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

The location of each subdistribution 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.

Annex B (informative)

Example of a method to assess the energy efficiency of an electrical installation

B.1 Energy efficiency parameters

The energy efficiency measures are classified according to five levels (from 0 to 4). Level 4 is considered to be the highest level. Each level includes the preceding ones.

Table B.1 – Determination of load profile in kWh

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	Load profile consumption of the installation for a day	Load profile consumption of the installation for each day of a week	Load profile consumption of the installation for each day of a year	Permanent data logging of the load profile consumption of the installation
Commercial	No consideration	Load profile consumption of the installation for a day	Load profile consumption of the installation for each day of a week	Load profile consumption of the installation for each day of a year	Permanent data logging of the load profile consumption of the installation
Industrial	No consideration	Load profile consumption of the installation for a day	Load profile consumption of the installation for each day of a week	Load profile consumption of the installation for each day of a year	Permanent data logging of the load profile consumption of the installation
Infrastructure	No consideration	Load profile consumption of the installation for a day	Load profile consumption of the installation for each day of a week	Load profile consumption of the installation for each day of a year	Permanent data logging of the load profile consumption of the installation

Table B.2 – Location of the main substation

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	Position of the main substation is within 60 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 40 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 25 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 10 % of the distance from the optimum position to the most distant load
Commercial	No consideration	Position of the main substation is within 60 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 40 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 25 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 10 % of the distance from the optimum position to the most distant load
Industrial	No consideration	Position of the main substation is within 60 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 40 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 25 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 10 % of the distance from the optimum position to the most distant load
Infrastructure	No consideration	Position of the main substation is within 60 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 40 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 25 % of the distance from the optimum position to the most distant load	Position of the main substation is within 10 % of the distance from the optimum position to the most distant load
NOTE The optimum position is determined in accordance with the method described in Annex A.					

Table B.3 – Required optimization analysis for motors

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	To analyse and monitor motors efficiency class or drives for 30 % of installed power in common parts, if any	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 30 % of installed power in common parts, if any	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 50 % of installed power in common parts, if any	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 70 % of installed power in common parts, if any
Commercial	No consideration	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for less than 50 % of installed power	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 50 % of installed power	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 70 % of installed power	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 90 % of installed power
Industrial	No consideration	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for less than 50 % of installed power	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for more than 50 % of installed power	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 70 % of installed power	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 90 % of installed power
Infrastructure	No consideration	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for less than 50 % of installed power	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 50 % of installed power	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 70 % of installed power	To analyse and optimize motors efficiency class or drives for 90 % of installed power

Table B.4 – Required optimization analysis for lighting

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	To consider lamp type and position	To consider lamp type and position with natural lighting	Control according to natural lighting source or building use or lamp type	Control according to natural lighting source and building use and to consider lamp type
Commercial	No consideration	To consider lamp type and position	To consider lamp type and position with natural lighting	Control according to natural lighting source or building use or lamp type	Control according to natural lighting source and building use and to consider lamp type
Industrial	No consideration	To consider lamp type and position	To consider lamp type and position with natural lighting	Control according to natural lighting source or building use or lamp type	Control according to natural lighting source and building use and to consider lamp type
Infrastructure	No consideration	To consider lamp type and position	To consider lamp type and position with natural lighting	Control according to natural lighting source or building use or lamp type	Control according to natural lighting source and building use and to consider lamp type

Table B.5 – Required optimization analysis for HVAC

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	No consideration	Temperature control	Temperature control at zone level	Time and temperature control at zone
Commercial	No consideration	Temperature control	Temperature control at zone level	Time and temperature control at zone	Time and full sensor control per zone
Industrial	No consideration	Temperature control	Temperature control at zone level	Time and temperature control at zone	Time and full sensor control per zone
Infrastructure	No consideration	Temperature control	Temperature control at zone level	Time and temperature control at zone	Time and full sensor control per zone
NOTE Full sensors include temperature, humidity, daylight, CO ₂ , etc.					

Table B.6 – Required optimization analysis for transformers

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	No consideration	Selection of all transformers according to life-cycle cost on estimation of magnetic and copper losses or working point losses	Selection of all transformers according to life-cycle cost on estimation of magnetic and copper losses or working point losses	Selection of all transformers according to life-cycle cost on estimation of magnetic and copper losses and working point losses
Commercial	No consideration	No consideration	Selection of all transformers according to estimation of magnetic and copper losses or working point losses	Selection of all transformers according to estimation of magnetic and copper losses or working point losses	Selection of all transformers according to estimation of magnetic and copper losses and working point losses
Industrial	No consideration	No consideration	Selection of all transformers according to estimation of magnetic and copper losses or working point losses	Selection of all transformers according to estimation of magnetic and copper losses or working point losses	Selection of all transformers according to estimation of magnetic and copper losses and working point losses
Infrastructure	No consideration	No consideration	Selection of all transformers according to estimation of magnetic and copper losses or working point losses	Selection of all transformers according to estimation of magnetic and copper losses or working point losses	Selection of all transformers according to estimation of magnetic and copper losses and working point losses

Table B.7 – Required optimization analysis for wiring system

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	Wiring system was optimized with methods described in 6.3 or 6.7	Wiring system was optimized with methods described in 6.3 and 6.7	Wiring system was optimized with methods described in 7.3	Wiring system was optimized with methods described in 6.3, 6.7 and 7.3
Commercial	No consideration	Wiring system was optimized with methods described in 6.3 or 6.7	Wiring system was optimized with methods described in 6.3 and 6.7	Wiring system was optimized with methods described in 7.3	Wiring system was optimized with methods described in 6.3, 6.7 and 7.3
Industrial	No consideration	Wiring system was optimized with methods described in 6.3 or 6.7	Wiring system was optimized with methods described in 6.3 and 6.7	Wiring system was optimized with methods described in 7.3	Wiring system was optimized with methods described in 6.3, 6.7 and 7.3
Infrastructure	No consideration	Wiring system was optimized with methods described in 6.3 or 6.7	Wiring system was optimized with methods described in 6.3 and 6.7	Wiring system was optimized with methods described in 7.3	Wiring system was optimized with methods described in 6.3, 6.7 and 7.3

Table B.8 – Required optimization analysis for power factor correction

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	No consideration	Level of maximum reactive power is defined	Compensation for large motors in common parts, if any	Compensation for large motors in common parts, if any
Commercial	No consideration	Level of maximum reactive power is defined	Central compensation	Central compensation (small commercial) or compensation by zone (with automation) (for large commercial)	Compensation by zone (with automation) and individual compensation
Industrial	No consideration	Level of maximum reactive power is defined	Central compensation	Compensation by zone or usage (with automation)	Compensation by zone and usage (with automation) and individual compensation
Infrastructure	No consideration	Level of maximum reactive power is defined	Central compensation	Central compensation (small commercial) or compensation by zone (with automation) (for large commercial)	Compensation by zone (with automation) and individual compensation

Table B.9 – Requirement for power factor (PF) measurement

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	No consideration	Occasional measurement	Occasional measurement	Permanent measurement at main switchboard
Commercial	No consideration	Periodic measurement at main distribution board	Permanent measurement at main switchboard	Permanent measurement at main switchboard and distribution board(s)	Permanent measurement at main switchboard, distribution boards and at major loads
Industrial	No consideration	Periodic measurement at main distribution board	Permanent measurement at main switchboard	Permanent measurement at main switchboard and distribution board(s)	Permanent measurement at main switchboard, distribution boards and at major loads
Infrastructure	No consideration	Periodic measurement at main distribution board	Permanent measurement at main switchboard	Permanent measurement at main switchboard and distribution board(s)	Permanent measurement at main switchboard, distribution boards and at major loads

Table B.10 – Requirement for electrical energy (kWh) and power (kW) measurement

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	Measurement for large equipment in common parts, if any	Measurement for large equipment in common parts, if any, and measurement by zone or by usage	Measurement for large equipment in common parts, if any, and measurement by zone and by usage	Measurement for large equipment in common parts, if any, and measurement by zone, by usage and by mesh
Commercial	No consideration	Measurement for large equipment	Measurement for large equipment and measurement by zone or by usage	Measurement for large equipment and measurement by zone and by usage	Measurement for large equipment and measurement by zone, by usage and by mesh
Industrial	No consideration	Measurement for large equipment	Measurement for large equipment and measurement by zone or by usage	Measurement for large equipment and measurement by zone and by usage	Measurement for large equipment and measurement by zone, by usage and by mesh
Infrastructure	No consideration	Measurement for large equipment	Measurement for large equipment and measurement by zone or by usage	Measurement for large equipment and measurement by zone and by usage	Measurement for large equipment and measurement by zone, by usage and by mesh

Table B.11 – Requirement for voltage (V) measurement ^a

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	No consideration	Occasional measurement	Occasional measurement	Permanent measurement at main switchboard
Commercial	No consideration	Periodic measurement at main distribution board	Permanent measurement at main switchboard	Permanent measurement at main switchboard and distribution board(s)	Permanent measurement at main switchboard, distribution boards and at major loads
Industrial	No consideration	Periodic measurement at main distribution board	Permanent measurement at main switchboard	Permanent measurement at main switchboard and distribution board(s)	Permanent measurement at main switchboard, distribution boards and at major loads
Infrastructure	No consideration	Periodic measurement at main distribution board	Permanent measurement at main switchboard	Permanent measurement at main switchboard and distribution board(s)	Permanent measurement at main switchboard, distribution boards and at major loads
^a When voltage is measured, then the measuring equipment shall comply with IEC 61557-12.					

Table B.12 – Requirement for harmonic and interharmonic measurement ^a

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	No consideration	No consideration	No consideration	No consideration
Commercial	No consideration	No specific requirement	Occasional THDU and THDI measurement at the origin of the installation	Periodic THDU and THDI measurement and detailed harmonic spectrum at the origin of the installation	Permanent THDU and THDI measurement and detailed harmonic spectrum at the origin of the installation and for each main feeder
Industrial	No consideration	Occasional THDU and THDI measurement at the origin of the installation	Occasional THDU and THDI measurement at the origin of the installation and for each main feeder	Periodic THDU and THDI measurement and detailed harmonic spectrum at the origin of the installation (including inter-harmonics)	Permanent THDU and THDI measurement and detailed harmonic spectrum at the origin of the installation and for each main feeder (including inter-harmonics)
Infrastructure	No consideration	Occasional THDU and THDI measurement at the origin of the installation	Occasional THDU and THDI measurement at the origin of the installation and for each main feeder	Periodic THDU and THDI measurement and detailed harmonic spectrum at the origin of the installation (including inter-harmonics)	Permanent THDU and THDI measurement and detailed harmonic spectrum at the origin of the installation and for each main feeder (including inter-harmonics)

^a Should harmonics or interharmonics be measured, then measurement shall comply with IEC 61557-12.

Table B.13 – Requirement for renewable energy

Sector of activity	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	No consideration	To consider renewable energy source	To install renewable energy source providing at least 4 % of the total installed electrical power available	To install renewable energy source providing at least 6 % of the total installed electrical power available
Commercial	No consideration	To consider renewable energy source	To install renewable energy source	To install renewable energy source providing at least 5 % of the total installed electrical power available	To install renewable energy source providing at least 10 % of the total installed electrical power available
Industrial	No consideration	To consider renewable energy source	To install renewable energy source	To install renewable energy source providing at least 1 % of the total installed electrical power available	To install renewable energy source providing at least 2 % of the total installed electrical power available
Infrastructure	No consideration	To consider renewable energy source	To install renewable energy source	To install renewable energy source providing at least 2 % of the total installed electrical power available	To install renewable energy source providing at least 4 % of the total installed electrical power available
NOTE Values introduced in this table may vary from country to country depending on the maximum total installed electrical power available.					

B.2 Energy efficiency performance levels

The performance levels are classified according to five levels, ranked from EEPL0 to EEPL4 (EEPL4 being the highest level). Each level includes the preceding ones.

Table B.14 – Minimum requirement for distribution of annual consumption

Sector of activity	EEPL0	EEPL1	EEPL2	EEPL3	EEPL4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	No consideration	No consideration	No consideration	No consideration
Commercial	No consideration	80 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.)	90 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.)	95 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.)	99 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.) and between zones
Industrial	No consideration	80 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.)	90 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.)	95 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.)	99 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.) and between zones
Infrastructure	No consideration	80 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.)	90 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.)	95 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.)	99 % of annual consumption can be split between usages (lighting, HVAC, process, etc.) and between zones

Table B.15 – Minimum requirement for reducing the reactive power

Sector of activity	EEPL0	EEPL1	EEPL2	EEPL3	EEPL4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	No consideration	No consideration	No consideration	No consideration
Commercial	No consideration	>0,85	>0,90	>0,93	>0,95
Industrial	No consideration	>0,85	>0,90	>0,93	>0,95
Infrastructure	No consideration	>0,85	>0,90	>0,93	>0,95
NOTE Countries may adapt the values of this table to local requirements.					

Table B.16 – Minimum requirement for transformer efficiency

Sector of activity	EEPL0	EEPL1	EEPL2	EEPL3	EEPL4
Residential buildings (dwellings)	No consideration	No consideration	No consideration	No consideration	No consideration
Commercial	No consideration	>95 %	>97 %	>98 %	>99 %
Industrial	No consideration	>95 %	>97 %	>98 %	>99 %
Infrastructure	No consideration	>95 %	>97 %	>98 %	>99 %
NOTE Countries may adapt the values of this table to local requirements.					

B.3 Installation profiles

The compilation of various levels (efficiency measures and energy efficiency performance levels) proposed by this standard may be used as a basis for building owners, factory managers, facility managers or end users to build a profile concept for improving the electrical energy efficiency of their electrical installation by using the following tables.

This profile may also be used as a basis for future labelling of electrical installations of buildings.

For each type of application it is possible to estimate the level for each proposed recommendation.

The result of Tables B.1 to B.13 with the relevant ranking value shall be reported within Table B.17, and the result of Tables B.14 to B.16 within Table B.18, by using shading or similar (see example in Clause B.5).

The following Tables B.17 and B.18 are a compilation of the outcomes from consideration of Tables B.1 to B.16. For each efficiency measure and energy efficiency performance level, the tables provide the level reached for each item and an allocated score is indicated in the last column according to the following method:

- EM0 and EEPL0 correspond to 0 points;
- EM1 and EEPL1 correspond to 1 point;
- EM2 and EEPL2 correspond to 2 points;
- EM3 and EEPL3 correspond to 3 points;
- EM4 and EEPL4 correspond to 4 points.

Each box of Tables B.17 and B.18 shall be completed after consideration of each efficiency measure and each energy efficiency performance level

Where it is not possible to evaluate the correct number of points for a particular energy measure or energy efficiency performance level, a rating of 2 points should be adopted (ex. dwelling without a transformer should be quoted 2 in the box for Table B.6).

The sum of all points included in the last column shall be made for estimating the electrical installation efficiency class (see Table B.19).

Table B.17 – Energy efficiency measures profile

Table	Requirement	EM0	EM1	EM 2	EM 3	EM 4	Points
B.1	Load profile						
B.2	Location of main substation						
B.3	Motors						
B.4	Lighting						
B.5	HVAC						
B.6	Transformers						
B.7	Wiring system						
B.8	Power factor correction						
B.9	Power factor measurement						
B.10	Energy and power measurement						
B.11	Voltage measurement						
B.12	Harmonics and inter-harmonics measurement						
B.13	Renewable energy						
Total EM							

Table B.18 – Energy efficiency performance profile for an industrial installation

Table	Requirement	EEPL0	EEPL1	EEPL2	EEPL3	EEPL4	Points
B.14	Distribution of annual consumption						
B.15	Power factor						
B.16	Transformer efficiency						
Total EEPL							

B.4 Electrical installation efficiency classes

Five electrical installation efficiency classes, EIEC0 to EIEC4 (class EIEC4 being the highest), are defined as a mix of minimum of efficiency measures (EM) and minimum of energy efficiency performance levels (EEPL):

- EIEC 0: very low efficiency installation;
- EIEC 1: low efficiency installation;
- EIEC 2: reference efficiency installation;
- EIEC 3: advanced efficiency installation;
- EIEC 4: optimized efficiency installation.

The purpose of using these efficiency classifications of installations is to rate the electrical energy efficiency of installations with pre-defined classes, then to improve it.

The following Table B.19 shall be used for all sectors of activity.

The sum of the total number of points obtained for all energy measures and for all energy efficiency performance levels shall be compared with the number of points needed for each electrical installation efficiency class.

Table B.19 – Electrical installation efficiency classes

Total for dwellings	Total except for dwellings	Electrical installation efficiency class (EIEC)
<20	<16	EIEC0
<28	<26	EIEC1
<36	<36	EIEC2
<44	<48	EIEC3
<50	<58	EIEC4

B.5 Example of installation profile (IP) and electrical installation efficiency class (EIEC)

Table B.20 – Example of energy efficiency profile – Efficiency measures

Table	Requirement	EM0	EM1	EM 2	EM 3	EM 4	Points
B.1	Load profile						3
B.2	Location of main substation						3
B.3	Motors						3
B.4	Lighting						3
B.5	HVAC						2
B.6	Transformers						1
B.7	Wiring system						1
B.8	Power factor correction						2
B.9	Power factor measurement						2
B.10	Energy and power measurement						3
B.11	Voltage measurement						0
B.12	Harmonics and interharmonics measurement						2
B.13	Renewable energy						4
Total EM							29

**Table B.21 – Example of energy efficiency profile –
Energy efficiency performance levels**

Table	Requirement	EEPL0	EEPL1	EEPL2	EEPL3	EEPL4	Points
B.14	Distribution of annual consumption						2
B.15	Power factor						1
B.16	Transformer efficiency						3
Total EEPL							6

The total number of points for this installation is $29 + 6 = 35$. Referring to Table B.19, this installation is classified EIEC 2.

Bibliography

- [1] ISO 50001, *Energy management systems– Requirements with guidance for use*
- [2] IEC 60050-826:2004, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations*
- [3] IEC 60050-881:1983, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 881: Radiology and radiological physics*
- [4] IEC 60076-20, *Power transformers – Part 20: Energy efficiency for transformers 36kV and below²*
- [5] NEMA guide TP1, *Guide for Determining Energy Efficiency for Distribution Transformers*
- [6] IEEE C57.12.00-2000, *IEEE Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*
- [7] IEC 60364-6, *Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification*

² Under consideration.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60364-8-1:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	57
INTRODUCTION	59
1 Domaine d'application	60
2 Références normatives	60
3 Termes et définitions	61
3.1 Généralités	61
3.2 Gestion de l'énergie électrique	63
3.3 Mesure de l'énergie	63
3.4 Secteurs d'activités	64
4 Généralités	65
4.1 Principes fondamentaux	65
4.1.1 Sécurité de l'installation électrique	65
4.1.2 Disponibilité de l'énergie électrique et décision de l'utilisateur	65
4.1.3 Exigences et recommandations relatives à la conception	65
5 Secteurs d'activités	65
6 Exigences et recommandations relatives à la conception	66
6.1 Généralités	66
6.2 Détermination du profil de charge	66
6.3 Détermination de l'emplacement du transformateur et du tableau de commande par la méthode du barycentre	66
6.4 Poste HT/BT	66
6.4.1 Généralités	66
6.4.2 Nombre optimal de postes HT/BT	66
6.4.3 Point de fonctionnement du transformateur	67
6.4.4 Efficacité du transformateur	67
6.5 Efficacité de la production locale	67
6.6 Efficacité du stockage local	67
6.7 Pertes dans le câblage	68
6.7.1 Chute de tension	68
6.7.2 Sections des conducteurs	68
6.7.3 Correction du facteur de puissance	68
6.7.4 Réduction des effets des courants harmoniques	68
7 Détermination des zones, des utilisations et des mailles	68
7.1 Détermination des zones	68
7.2 Détermination des utilisations dans les zones identifiées	69
7.3 Détermination des mailles	69
7.3.1 Généralités	69
7.3.2 Critères pour considérer les mailles	69
7.3.3 Mailles	71
7.4 Impacts sur la conception du système de distribution	71
8 Système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges	72
8.1 Généralités	72
8.2 Exigences formulées par l'utilisateur	73
8.2.1 Généralités	73
8.2.2 Exigences relatives aux charges	73

8.2.3	Exigences relatives aux alimentations	73
8.3	Données d'entrée à partir des charges, des capteurs et des prévisions.....	73
8.3.1	Mesure	73
8.3.2	Charges.....	75
8.3.3	Capteurs d'énergie	76
8.3.4	Prévisions.....	76
8.3.5	Journalisation des données	76
8.3.6	Communication.....	76
8.4	Données d'entrée issues des alimentations: disponibilité et tarification de l'énergie, comptage intelligent.....	77
8.5	Informations pour l'utilisateur: surveillance de l'installation électrique.....	77
8.6	Gestion des charges par le biais de mailles	77
8.6.1	Généralités.....	77
8.6.2	Système de gestion de l'énergie	77
8.7	Gestion de sources d'alimentation multiples: réseau, production et stockage locaux de l'électricité	78
9	Maintenance et renforcement des performances de l'installation.....	78
9.1	Méthodologie	78
9.2	Méthodologie de cycle au cours de la durée de vie de l'installation	79
9.3	Cycle de vie de l'efficacité énergétique électrique.....	80
9.3.1	Généralités.....	80
9.3.2	Programme de performances.....	80
9.3.3	Vérification	80
9.3.4	Maintenance.....	80
10	Paramètres pour la mise en œuvre des mesures d'efficacité	81
10.1	Généralités	81
10.2	Mesures d'efficacité.....	81
10.2.1	Matériel d'utilisation/sous tension	81
10.2.2	Système de distribution	82
10.2.3	Installation de systèmes de surveillance	84
11	Actions	86
12	Processus d'évaluation pour les installations électriques	86
12.1	Installations neuves, modifications et extensions d'installations existantes	86
12.2	Adaptation d'installations existantes	86
Annexe A (informative) Détermination de l'emplacement du transformateur et du tableau de commande par la méthode du barycentre		87
A.1	Méthode du barycentre	87
A.2	Barycentre de charge totale	90
A.2.1	Généralités.....	90
A.2.2	Emplacement du tableau de distribution secondaire	92
A.2.3	Processus itératif.....	92
Annexe B (informative) Exemple de méthode d'évaluation de l'efficacité énergétique d'une installation électrique.....		93
B.1	Paramètres d'efficacité énergétique	93
B.2	Niveaux des performances de l'efficacité énergétique	104
B.3	Profils d'Installation.....	106
B.4	Classes d'efficacité de l'installation électrique.....	107
B.5	Exemple de profil d'installation (IP) et de classes d'efficacité d'installations électriques (EIEC).....	108

Bibliographie.....	110
Figure 1 – Système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges	72
Figure 2 – Schéma de distribution de puissance	74
Figure 3 – Processus itératif de la gestion de l'efficacité énergétique électrique	79
Figure A.1 – Exemple 1: Schéma d'implantation de l'installation de production avec les charges prévues et le barycentre calculé	89
Figure A.2 – Barycentre – Exemple 2: Calculé	90
Figure A.3 – Exemple d'emplacement du barycentre dans un bâtiment industriel	92
Tableau 1 – Vue d'ensemble de besoins	74
Tableau 2 – Processus de gestion de l'efficacité énergétique électrique et responsabilités.....	79
Tableau B.1 – Détermination du profil de charge en kWh	93
Tableau B.2 – Emplacement du poste principal.....	94
Tableau B.3 – Analyse d'optimisation requise pour les moteurs	95
Tableau B.4 – Analyse d'optimisation requise pour l'éclairage	96
Tableau B.5 – Analyse d'optimisation requise pour le système CVCA	96
Tableau B.6 – Analyse d'optimisation requise pour les transformateurs	97
Tableau B.7 – Analyse d'optimisation requise pour le système de câblage.....	98
Tableau B.8 – Analyse d'optimisation requise pour la correction du facteur de puissance	99
Tableau B.9 – Exigence pour la mesure du facteur de puissance (PF (power factor))	100
Tableau B.10 – Exigence pour la mesure de l'énergie électrique (kWh) et de la puissance (kW).....	101
Tableau B.11 – Exigence pour la mesure de la tension (V)	102
Tableau B.12 – Exigence pour la mesure des harmoniques et des interharmoniques	103
Tableau B.13 – Exigence pour l'énergie renouvelable	104
Tableau B.14 – Exigence minimale pour la distribution de la consommation annuelle	105
Tableau B.15 – Exigence minimale pour réduire la puissance réactive.....	105
Tableau B.16 – Exigence minimale pour l'efficacité du transformateur	106
Tableau B.17 – Profil des mesures d'efficacité énergétique	107
Tableau B.18 – Profil de performance d'efficacité énergétique pour une installation industrielle	107
Tableau B.19 – Classes d'efficacité énergétique d'installations électriques	108
Tableau B.20 – Exemple de profil d'efficacité énergétique – Mesures d'efficacité	108
Tableau B.21 – Exemple de profil d'efficacité énergétique – Niveaux de performances d'efficacité énergétique	109

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES BASSE TENSION –

Partie 8-1: Efficacité énergétique

AVANT-PROPOS

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

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

Le texte de cette norme technique est issu de la première édition et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
64/1969/FDIS	64/1977/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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

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

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 usages de l'énergie électrique peut être facilitée par des considérations appropriées en termes de conception et d'installation. Une installation électrique peut fournir le niveau requis de service et de sécurité pour la plus faible consommation électrique possible. Cela est considéré par les concepteurs comme une exigence générale de leurs procédures de conception afin d'établir le meilleur usage de l'énergie électrique. En plus des 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 donc prend en compte les données d'entrée provenant des utilisateurs, des fournisseurs et des entreprises de distribution de l'électricité.

Le taux de renouvellement des installations existantes est faible, entre 2% et 5% annuellement selon l'état de l'économie locale. Par conséquent, il est important que la présente norme couvre aussi bien les installations existantes que les nouvelles, dans les bâtiments. C'est dans la rénovation de bâtiments existants que des améliorations significatives de l'efficacité énergétique peuvent être obtenues.

L'optimisation de l'utilisation de l'électricité est basée sur la gestion de l'efficacité énergétique qui est elle-même basée sur le prix de l'électricité, la consommation de l'électricité et l'adaptation temps réel. L'efficacité est contrôlée au moyen de mesures pendant toute la durée de vie de l'installation électrique. Ceci aidera à identifier toutes les opportunités d'améliorations et de corrections. Ces améliorations et corrections peuvent être mises en œuvre soit par un investissement complet soit par une méthode par incréments. Le but est de fournir une conception pour une installation électrique efficace qui permet un processus de gestion de l'énergie adapté aux besoins de l'utilisateur, et ce, pour un investissement acceptable.

La présente norme introduit d'abord les différentes mesures basées sur la consommation d'énergie (kWh) pour assurer une installation efficace énergétiquement. Ensuite, elle fournit des conseils pour établir la priorité des mesures en fonction du retour sur investissement, par exemple en prenant en compte les coûts de l'économie d'énergie électrique divisés par le montant des investissements.

La présente norme vise à fournir les exigences et les recommandations pour la partie électrique du système de gestion de l'énergie traité par l'ISO 50001 [1]¹.

Il convient de tenir compte, le cas échéant, des tâches induites (travaux de génie civil, compartimentalisation) et de la nécessité de s'attendre ou non à l'aptitude à la modification de l'installation.

La présente norme introduit les exigences et les recommandations pour concevoir l'installation adéquate afin de donner la possibilité d'améliorer la gestion des performances 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 générales contenues dans les Parties 1 à 7 de la norme.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES BASSE TENSION –

Partie 8-1: 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 et la vérification de tous types d'installations électriques 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 et les recommandations pour la conception 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, la disponibilité de l'énergie et l'équilibre économique les plus acceptables.

Ces exigences et recommandations s'appliquent, dans le domaine d'application de la série IEC 60364, pour les installations neuves et la modification d'installations existantes.

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

La présente norme ne traite pas spécifiquement des systèmes d'automatisation de bâtiments.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60034-30, *Machines électriques tournantes – Partie 30: Classes de rendement pour les moteurs à induction triphasés à cage, mono vitesse (Code IE)*

IEC 60287-3-2, *Câbles électriques – Calcul du courant admissible – Partie 3-2: Sections concernant les conditions de fonctionnement – Optimisation économique des sections d'âme de câbles électriques de puissance*

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

IEC 60634-5-52:2009, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-52: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Canalisations*

IEC 60364-5-55:2011, *Installations électriques basse tension – Partie 5-55: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Autres matériels*

IEC 60364-7-712:2002, *Installations électriques des bâtiments – Partie 7-712: Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Alimentations photovoltaïques solaires (PV)*

IEC 61557-12:2007, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 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 mesure et de surveillance des performances (PMD)*

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)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 Généralités

3.1.1 zone

aire (ou surface) définissant 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] [2]

3.1.3 système de distribution d'électricité

ensemble de matériels électriques coordonnés, tels que transformateurs, relais de protection, disjoncteurs, fils, jeux de barres, etc., servant à alimenter en énergie électrique un matériel d'utilisation

3.1.4 utilisation

type d'application pour lequel l'électricité est utilisée tel que éclairage, chauffage, etc.

3.1.5 conception de système de distribution

conception du câblage et du matériel électrique associé pour la distribution de l'énergie électrique

3.1.6 profil d'énergie de charge

énergie électrique consommée sur une durée spécifiée 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 de l'énergie électrique

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 la technologie d'électricité;
- l'impact environnemental.

Note 2 à l'article: Le terme «Efficacité énergétique» correspond dans la présente norme à « l'Efficacité énergétique électrique».

3.1.8

maille

groupe de matériels électriques alimentés à partir d'un ou plusieurs circuits de l'installation électrique pour une ou plusieurs zones comportant un ou plusieurs services pour les besoins de l'efficacité en énergie électrique

3.1.9

mesures actives pour l'efficacité énergétique électrique

mesures pour l'optimisation de l'énergie électrique produite, acheminée, circulant et consommée par une installation électrique pour une fonctionnalité équivalente au meilleur service permanent

Note 1 à l'article: Dans ce contexte, le mot "mesure" est à prendre au sens de "disposition".

3.1.10

mesures passives pour l'efficacité énergétique électrique

mesures pour le choix des paramètres de matériel électrique (type, emplacement, etc.) afin d'améliorer l'efficacité globale de l'énergie électrique en n'altérant pas les paramètres de construction initiaux tels que limiter la pénétration d'air, la pénétration d'eau et l'isolation thermique, et les autres parties de la structure du bâtiment

Note 1 à l'article: Dans ce contexte, le mot "mesure" est à prendre au sens de "disposition".

3.1.11

profil de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique

ensemble de critères définissant l'efficacité de l'utilisation en énergie électrique d'une installation électrique

3.1.12

classe d'efficacité de l'installation électrique

EIEC

combinaison de mesures d'efficacité (EM) et de niveaux de performance d'efficacité énergétique (EEPL)

Note 1 à l'article: Les abréviations «EM» et «EEPL» sont dérivées des termes anglais développés correspondant «efficiency measures» et «energy efficiency performance levels».

3.1.13

mesures d'efficacité

EM

niveau de mise en œuvre de mesures pour améliorer l'efficacité énergétique d'une installation électrique

3.1.14

niveau de performance de l'efficacité énergétique

EEPL

niveau de l'amélioration de l'efficacité énergétique atteint par des mesures mises en œuvre pour améliorer l'efficacité énergétique d'une installation électrique

3.1.15

paramètre d'efficacité énergétique

facteur influençant l'efficacité énergétique d'une installation électrique

3.2 Gestion de l'énergie électrique

3.2.1

système de surveillance et de contrôle d'installation

ensemble de dispositifs coordonnés dans le but de contrôler et surveiller les paramètres électriques dans un système de distribution d'électricité

Note 1 à l'article: Des exemples de dispositifs sont

- les capteurs de courant,
- les capteurs de tension,
- les dispositifs de comptage et de contrôle,
- les instruments de mesure de qualité de puissance,
- les outils logiciels de surveillance.

3.2.2

système de gestion de l'énergie électrique

EEMS

système comportant différents matériels et dispositifs dans l'installation pour les besoins de la gestion de l'efficacité énergétique

Note 1 à l'article: L'abréviation «EEMS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «electrical energy management system».

3.2.3

utilisation rationnelle de l'énergie

utilisation de l'énergie de la manière la mieux adaptée à la réalisation des objectifs économiques, en tenant compte des contraintes techniques, sociales, politiques, financières et environnementales

3.2.4

gestion de l'énergie électrique et efficacité

approche systémique pour optimiser l'efficacité de l'énergie utilisée pour accomplir un service, une activité ou une fonction explicite et prenant soin des données d'entrée issues des besoins de l'utilisateur, des besoins des entreprises de distribution d'électricité et des tarifs de l'énergie, la disponibilité du stockage local ou de la production locale de l'énergie électrique

3.2.5

délestage

approche dans laquelle les charges électriques sont mises hors tension pendant des durées variables pour optimiser la demande

3.3 Mesure de l'énergie

3.3.1

mesure de l'énergie

processus d'obtention d'une ou plusieurs valeurs qui peuvent être attribuées à une quantité d'énergie

3.3.2

comptage

application d'un dispositif mesurant l'énergie ou autre consommation

3.3.3

estimation

processus de jugement d'une ou plusieurs valeurs qui peuvent être attribuées à une quantité

Note 1 à l'article: L'estimation par une personne compétente peut fournir des données ayant une précision raisonnable.

3.3.4

surveillance

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

[SOURCE: IEC 60050-881:1983, 881-16-02 [3], modifiée – les mots «pour la protection contre les radiations» ont été omis]

3.3.5

évaluation

comparaison des résultats mesurés avec les cibles

3.3.6

prévision

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

3.3.7

taux de distorsion harmonique totale de l'onde de tension

THDu

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 «THDu» est dérivée du terme anglais développé correspondant «total harmonic distortion».

3.3.8

taux de distorsion harmonique totale de l'onde de courant

THDi

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)

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

3.4 Secteurs d'activités

3.4.1

bâtiments résidentiels (habitations)

locaux conçus et construits pour l'habitation privée

3.4.2

bâtiments commerciaux

locaux conçus et construits pour des opérations commerciales

Note 1 à l'article: Des exemples de bâtiments commerciaux sont les bureaux, les bâtiments de vente au détail, les bâtiments de distribution, les bâtiments publics, les banques, les hôtels.

3.4.3

bâtiments industriels

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

Note 1 à l'article: Des exemples de bâtiments industriels sont les usines, les ateliers, les centres de distribution.

3.4.4

infrastructure

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

Note 1 à l'article: Des exemples d'infrastructures sont les terminaux d'aéroports, les aménagements portuaires, les installations pour le transport.

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. La sécurité des personnes, des biens et des animaux domestiques reste primordiale.

Les mesures actives de l'efficacité de l'énergie électrique ne doivent pas limiter les mesures passives de l'efficacité énergétique du bâtiment.

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 d'un niveau non voulu par l'utilisateur.

L'utilisateur de l'installation électrique doit être à même de prendre la décision finale d'accepter ou non d'utiliser un service à sa valeur nominale, à une valeur optimisée ou de décider de ne pas l'utiliser pendant un certain temps.

À tout moment, l'utilisateur doit être à même de faire une exception et d'utiliser le service selon ses besoins tout en sachant que cela peut être plus coûteux que prévu du point de vue de l'énergie électrique.

NOTE À titre d'exemple, si quelqu'un est malade, il peut décider de chauffer la pièce à une température plus élevée même pendant la consommation de crête; si une société reçoit un ordre de livraison urgente, l'atelier peut avoir besoin de travailler à une heure inattendue.

4.1.3 Exigences et recommandations relatives à la conception

Les principes de conception selon la présente norme tiennent compte des aspects suivants:

- le profil d'énergie de charge (active et passive);
- la disponibilité de la production locale (solaire, éolienne, générateur, etc.);
- la réduction des pertes d'énergie dans l'installation électrique;
- l'agencement des circuits eu égard à l'efficacité énergétique (mailles);
- l'utilisation de l'énergie en accord avec la demande de l'utilisateur;
- la structure tarifaire proposée par le fournisseur d'énergie électrique;

sans perdre la qualité de service et la performance de l'installation électrique.

5 Secteurs d'activités

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

- bâtiments résidentiels (habitations);
- bâtiments commerciaux;
- bâtiments industriels;
- infrastructure.

6 Exigences et recommandations relatives à la conception

6.1 Généralités

Cet article donne les principes de conception de l'installation, prenant en compte:

- le profil d'énergie de charge (active et passive);
- la réduction des pertes d'énergie dans l'installation électrique au moyen de
 - l'emplacement optimal des du poste HT/BT, de la source de production d'énergie locale et du tableau de commande (barycentre),
 - la réduction des pertes dans le câblage.

6.2 Détermination du profil de charge

Les principales demandes de charge dans l'installation doivent être déterminées. Il convient d'identifier et d'énumérer les charges, en kVA, ainsi que les durées de fonctionnement, et/ou une estimation de la consommation de charge annuelle (en kWh).

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

Il doit être tenu compte de l'utilisation du bâtiment, de sa construction et de la disponibilité de l'espace pour que le meilleur emplacement soit obtenu, mais il convient de le déterminer avec les concepteurs et les propriétaires de bâtiments avant la construction. Pour maintenir les pertes à un minimum, les transformateurs et les tableaux de distribution principaux doivent être placés (si possible) de manière à maintenir à un minimum 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 solution qui permet d'identifier si la distribution de la charge est uniforme ou localisée, et permet de déterminer l'emplacement du barycentre de la charge. Voir exemples de calculs dans l'Annexe A.

6.4 Poste HT/BT

6.4.1 Généralités

Pour trouver la solution optimale relative au transformateur, les considérations sur les sujets suivants doivent être prises en compte:

- le nombre optimal de postes HT/BT;
- le point de fonctionnement du transformateur;
- l'efficacité du transformateur.

Comme consommateur BT, il est important d'avoir une discussion précoce avec l'entreprise de distribution sur le nombre et l'emplacement des postes, des transformateurs et des tableaux de commande.

Comme consommateur HT, il est important de considérer le nombre et l'emplacement des postes, des transformateurs et des tableaux de commande BT.

6.4.2 Nombre optimal de postes HT/BT

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

La méthode du barycentre est une solution qui identifie si la distribution des charges est uniforme ou localisée et détermine l'emplacement du barycentre de la charge totale. Voir exemples de calculs en Annexe A.

Si le barycentre est situé sur un côté du bâtiment, il est conseillé de choisir un poste proche de ce barycentre mais par contre, si le barycentre est situé au milieu de la disposition des bâtiments, il peut ne pas être possible de mettre en œuvre le poste HT/BT à proximité du centre de la charge. Il est alors conseillé de diviser la distribution électrique avec plusieurs postes HT/BT situés à leur barycentre respectif. Cela permet d'optimiser les longueurs et sections des câbles BT.

6.4.3 Point de fonctionnement du transformateur

L'efficacité maximale d'un transformateur correspond au cas où les pertes dans le fer et dans le cuivre sont égales.

NOTE 1 Habituellement, l'efficacité maximale d'un transformateur correspond à 25 % à 50 % de la puissance assignée maximale du transformateur.

NOTE 2 Le calcul de l'efficacité peut être accompli en utilisant une norme appropriée relative aux transformateurs. Par exemple: l'IEC 60076-20 [4], le guide NEMA TP1 [5] et les normes IEEE C57.12 [6].

6.4.4 Efficacité du transformateur

Les transformateurs sont des machines électriques intrinsèquement à haute efficacité. Leur impact environnemental dépend principalement des pertes d'énergie au point de fonctionnement.

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 peut être classée en fonction de leurs pertes d'énergie en charge et hors charge.

Le choix des classes supérieures d'efficacité énergétique conduit à un accroissement du coût. Cependant, le délai de recouvrement de l'investissement peut être estimé comme étant relativement court (quelques années) en comparaison à 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 les besoins en consommation d'énergie de la climatisation ou de la ventilation mécanique pour limiter la température ambiante dans le local technique.

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

Une référence aux instructions du fabricant devrait être faite pour plus de détails relatifs aux transformateurs à haute efficacité énergétique, 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.

6.5 Efficacité de la production locale

À l'étude.

6.6 Efficacité du stockage local

À l'étude.

6.7 Pertes dans le câblage

6.7.1 Chute de tension

La réduction de la chute de tension dans le câblage s'obtient par la réduction des pertes dans le câblage.

La recommandation relative à la chute de tension maximale dans l'installation est donnée dans l'Article 525 de l'IEC 60364-5-52:2009.

6.7.2 Sections des conducteurs

Le fait d'augmenter la section des conducteurs réduit les pertes de puissance. Cette décision doit être prise en évaluant les économies sur une échelle de temps et en considérant le surcoût dû au surdimensionnement.

Pour les câbles, la taille choisie doit être déterminée en tenant compte du coût des pertes qui se produisent au cours de la durée de vie du câble par rapport au coût initial du câble. Une méthode de calcul peut être consultée dans l'IEC 60287-3-2.

Les pertes I^2Rt (par effet joule), et les limitations relatives à l'expansion future des charges alimentées, ont besoin d'être prises en considération pour les conducteurs plus petits.

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

6.7.3 Correction du facteur de puissance

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

Une solution possible pour améliorer le facteur de puissance serait l'installation d'un système de correction de facteur de puissance au niveau des circuits de charge respectifs.

NOTE Une correction du facteur de puissance pourrait être effectuée au niveau de la charge ou centralement selon le type d'application. La question étant complexe, il y a lieu de considérer chaque cas individuellement.

6.7.4 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 thermiques dans le câblage.

Les solutions possibles consistent notamment:

- à réduire les harmoniques par l'installation de filtres d'harmoniques au niveau des circuits de charge respectifs;
- à réduire l'effet des harmoniques par l'augmentation de la section des conducteurs.

NOTE Une réduction des harmoniques pourrait être effectuée au niveau de la charge ou centralement selon le type d'application. La question étant complexe, il y a lieu de considérer chaque cas individuellement.

7 Détermination des zones, des utilisations et des mailles

7.1 Détermination des zones

Une zone représente une aire de surface en m² ou un emplacement où l'électricité est utilisée. Elle peut correspondre, par exemple, à

- un atelier industriel,
- un étage dans un bâtiment,

- un espace proche des fenêtres ou un espace 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.

L'identification des zones est nécessaire pour permettre la détermination correcte des mailles (voir 7.3.1).

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 une mesure et une analyse précises de sa consommation d'énergie.

Différentes utilisations pourraient être les suivantes:

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

7.3 Détermination des mailles

7.3.1 Généralités

Une maille est un circuit ou un groupe de circuits identifié avec un ou plusieurs matériels d'utilisation respectifs comme étant utile pour la gestion de l'efficacité énergétique.

Une maille peut appartenir à une ou plusieurs zones (voir 7.1).

Une maille détermine une ou plusieurs utilisations (voir 7.2) dans une ou plusieurs zones.

Les mailles doivent être gérées pour utiliser l'énergie électrique afin de répondre toujours aux besoins en prenant en compte, par exemple la disponibilité de la lumière diurne, l'occupation d'une pièce, la disponibilité de l'énergie, la température externe, d'autres aspects liés à la construction du bâtiment et l'efficacité énergétique passive.

Un circuit appartient à une maille.

La détermination des mailles dans l'installation doit être définie de façon à fournir l'utilisation associée, toute en permettant la gestion effective de la consommation de l'énergie compte tenu d'au moins un des critères définis en 7.3.2.

7.3.2 Critères pour considérer les mailles

7.3.2.1 Généralités

Les critères suivants sont nécessaires pour définir les différentes mailles d'une installation électrique du point de vue de la gestion et du contrôle de l'énergie en ce qui concerne l'efficacité.

Outre des critères qui dépendent du prix local de l'énergie, les critères suivants sont nécessaires pour définir différentes mailles d'une installation électrique du point de vue de la gestion et du contrôle de l'énergie en ce qui concerne l'efficacité.

7.3.2.2 Critères techniques basés sur des paramètres externes (par exemple, le temps, le flux lumineux, la température, etc.)

Il convient d'éviter toute interruption de certains services ou applications pendant certaines périodes de temps. Il convient que le concepteur, l'entrepreneur-électricien et/ou l'utilisateur final s'accordent sur un programme quotidien, hebdomadaire, mensuel ou annuel concernant le moment où certains services ou certaines applications doivent être disponibles ou peuvent être réduit(e)s ou arrêté(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 lumières près des fenêtres et une deuxième pour l'éclairage proche du mur permet d'éteindre les lumières situées près des fenêtres lorsque l'éclairage diurne est suffisant.

7.3.2.3 Critères techniques basés sur la commande

Une maille peut regrouper ensemble certaines charges fonctionnellement liées avec un ou plusieurs dispositifs de commande. Par exemple, le thermostat d'un système de chauffage électrique commandant des radiateurs appartenant à plusieurs circuits électriques afin que ces radiateurs appartiennent à la même maille.

7.3.2.4 Critères techniques basés sur les points critiques pour la mesure

La précision d'une mesure n'est pas la même selon que l'objectif est de suivre une tendance ou de facturer un service. Le but de la mesure peut aider à décider de la maille appropriée.

7.3.2.5 Critères économiques basés sur un ratio

En général, les petites mailles ne sont pas efficaces lorsqu'il s'agit de rechercher des améliorations d'efficacité énergétique pour une installation.

Dans les emplacements où les matériels d'utilisation d'un groupe ont besoin de fonctionner tous en même temps, le fait de créer une grande maille contenant tous ces matériels est avantageux. Dans le cas de plusieurs luminaires situés dans la même pièce, le fait d'avoir plusieurs petites mailles correspond à une utilisation plus rentable de l'énergie.

7.3.2.6 Critères économiques basés sur le coût variable de l'électricité

Le coût de l'électricité peut varier avec l'heure d'utilisation (augmentation ou diminution du coût du kWh à un moment donné), 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 avec cette considération à l'esprit.

7.3.2.7 Critères techniques basés sur l'inertie d'énergie

Il n'est pas possible ou il est tout au moins difficile d'introduire le délestage sur une maille traitant de l'éclairage (aucune inertie) alors que cela est plus facile sur une maille comprenant 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 comportant des batteries rechargeables, des systèmes de chauffage, la climatisation, un réfrigérateur, etc. peuvent être regroupées par rapport à des mailles comportant l'éclairage, le socle de prise de courant pour système IT, etc. Il sera donc possible d'introduire le délestage et les règles du délestage dans les mailles ayant une inertie élevée. Il s'agit d'une donnée d'entrée pour la normalisation de produits, 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.

7.3.3 Mailles

La gestion électrique de l'efficacité énergétique est une approche système visant à optimiser la gestion de l'énergie utilisée pour un service spécifique au sein d'une "maille électrique" bien définie, en tenant compte 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 considérer les mailles les plus appropriées de l'installation électrique du point de vue de l'efficacité énergétique.

Cela doit être pris en considération afin d'obtenir la consommation d'énergie électrique la plus faible eu égard à une solution pour un service qui est, et peut être, comparée à une autre solution.

Il faut également considérer 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 considérer 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, est susceptible de 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 n'importe quelle autre utilisation visant 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 etc.) 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 la présente norme, 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 Impacts sur la conception du système de distribution

La conception du système de distribution de l'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 systèmes de comptage, de commande et de gestion de l'énergie doit être considérée pour les constructions neuves et les futures modifications.

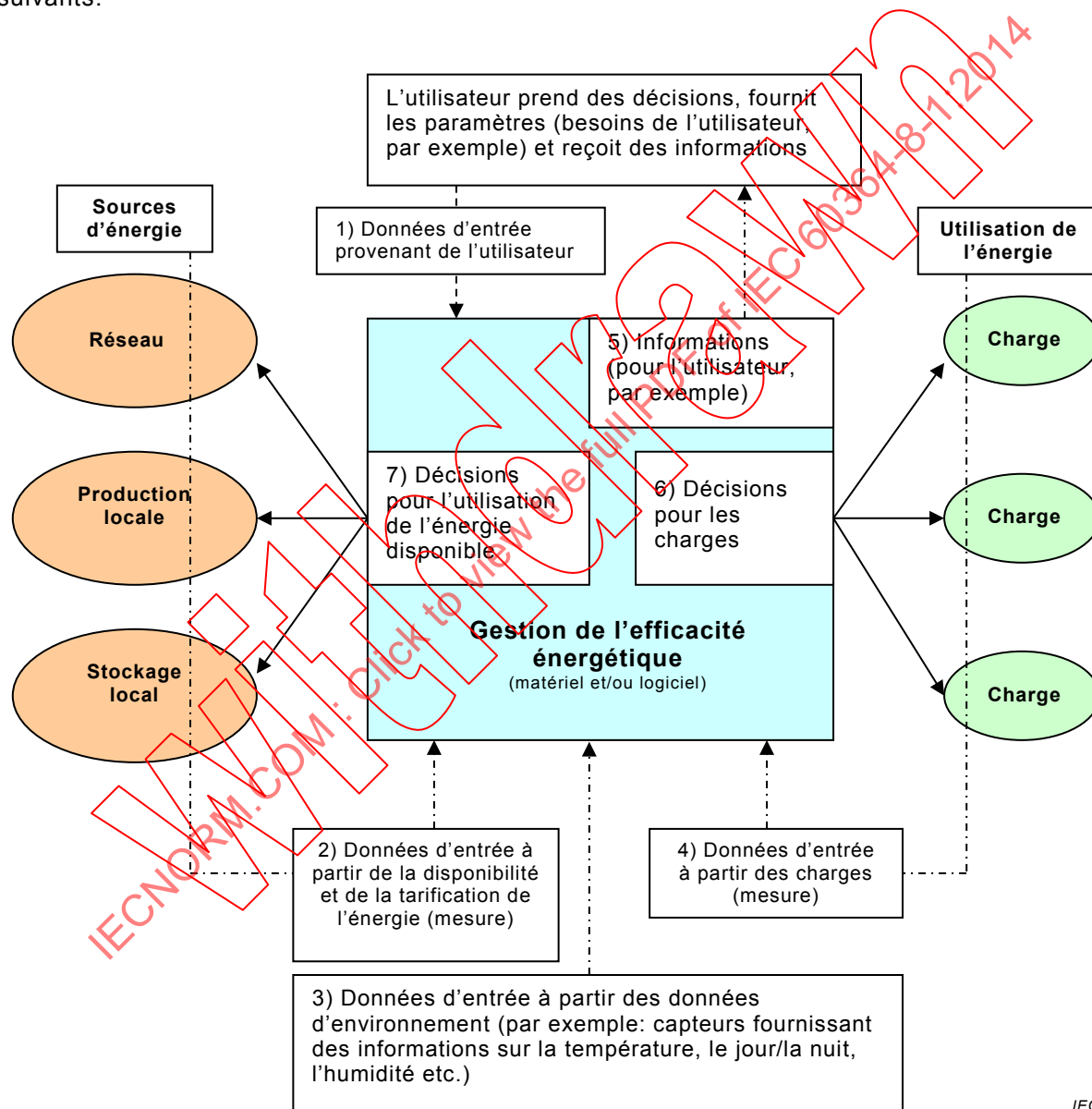
Les tableaux de répartition principale doivent être conçus de manière à séparer les circuits alimentant chaque zone ou chaque maille définie en 7.3. Cette exigence doit également s'appliquer aux tableaux de répartition, s'il y a lieu.

8 Système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges

8.1 Généralités

Le système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges (voir Figure 1) donne un guide pour optimiser l'utilisation de l'énergie consommée en tenant compte des exigences relatives aux charges, à la production locale et au stockage local ainsi que des exigences de l'utilisateur.

Dans une installation où il convient d'appliquer un système d'efficacité énergétique, une possible mise en œuvre de ce système peut être créée comme décrit dans les articles suivants.



IEC

Figure 1 – Système de gestion de l'efficacité énergétique et des charges

NOTE La proportion d'énergie renouvelable dans l'alimentation réseau et celle de la quantité d'énergie locale renouvelable peuvent être déterminées par des exigences nationales et locales.

8.2 Exigences formulées par l'utilisateur

8.2.1 Généralités

Les exigences issues de l'utilisateur représentent la première donnée d'entrée à prendre en considération. Ces exigences constituent 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 l'installateur doivent prendre en compte la décision de l'utilisateur relative au choix d'appareils à haute efficacité énergétique (congélateur, ampoules, etc.).

L'utilisateur peut donner la priorité à l'utilisation des différentes charges comme une donnée d'entrée du processus d'optimisation des charges (délestage, par exemple).

Le concepteur doit prendre en compte l'utilisation de l'installation en fournissant une conception à haute efficacité énergétique.

L'installateur doit fournir un moyen d'inhibition prioritaire manuelle qui permet à l'utilisateur de prendre le contrôle aux 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 Mesure

8.3.1.1 Exigences relatives à la précision et à la plage de mesure

La mesure est un paramètre-clé pour déterminer l'efficacité d'une installation qui informe l'abonné sur sa consommation. Par conséquent, la précision du dispositif et la plage de mesure doivent être adaptées à l'utilisation prévue, le plus près possible des charges.

D'un point de vue général (utilisation générale dans des bâtiments tels que les habitations, les boutiques, les bâtiments publics, les bureaux etc.), la précision la plus élevée du comptage est importante à l'origine de l'installation où 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 par la sommation de ses parties constitutives. Un niveau inférieur de précision suffit généralement en aval. Pour le plus bas niveau, au niveau du circuit final, il suffit de fournir les durées de consommation ou de suivre une tendance ou de surveiller une charge.

NOTE1 Il existe des exceptions à ce principe: par exemple, dans la production de ciment où une charge unique très puissante peut justifier une mesure particulière de la précision.

La précision de mesure doit au moins se conformer à ce qui suit:

- le compteur à l'origine de la charge doit être précis pour les besoins de facturation et peut être utilisé pour la mesure de l'efficacité de l'ensemble de l'installation;
- à un niveau inférieur, par exemple pour certaines mailles importantes, il peut être nécessaire de fournir une mesure avec une précision permettant la sous-facturation dans la même entité. Par exemple, une entreprise telle qu'un hôtel peut souhaiter sous-facturer à un département la restauration séparément du département chargé du divertissement;
- au niveau le plus bas du circuit final alimentant directement les charges, il peut suffire de fournir les informations pour suivre les tendances sans avoir besoin de convertir précisément le courant en puissance.

La plage de mesure du dispositif doit être adaptée aux valeurs maximales mesurées dans la maille.

Il convient que la précision du dispositif soit cohérente lorsqu'elle sert à comparer des charges similaires sur des mailles différentes et elle est dépendante de l'utilisation des informations requises.

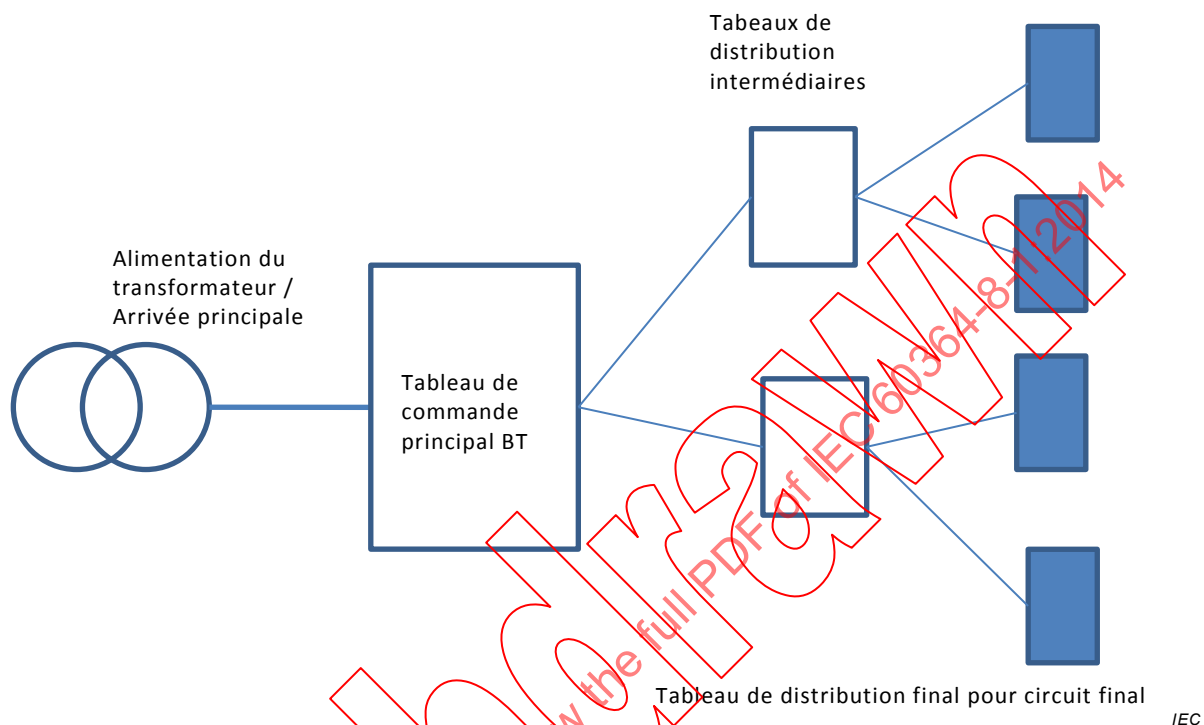


Figure 2 – Schéma de distribution de puissance

Si le système de distribution a la structure commode montrée par exemple à la Figure 2, la mesure et la surveillance de l'énergie/de la puissance doivent avoir en conséquence la structure montrée dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Vue d'ensemble de besoins

	Unité d'arrivée	Tableau de commande principal BT	Tableaux de commande intermédiaires	Tableau de commande final
Mailles possibles	L'ensemble de l'installation	Entités homogènes (par exemple: piscine, atelier, bureau)	Zones et/ou utilisations (par exemple: chauffage de vestibule)	Circuits
Rapport entre le courant dans les charges et le courant nominal	En général, moyen à important 30 % à 90 %	En général, moyen: 30 % à 70 %	En général, plutôt bas: 20 % à 40 %	En général, très bas: <20%
Possibles objectifs des mesures pour la gestion de réseau	Surveillance de la qualité de la puissance contractuelle. Surveillance de réseau	Surveillance de réseau	Comptage de la puissance	Comptage de la puissance Voir Note 1

	Unité d'arrivée	Tableau de commande principal BT	Tableaux de commande intermédiaires	Tableau de commande final
Objectifs des mesures pour la gestion des coûts	Comptage des recettes. Vérification de facture. Analyse et optimisation de l'utilisation de l'énergie. Optimisation contractuelle. Conformité réglementaire	Allocation de coûts. Analyse et optimisation de l'utilisation de l'énergie. Évaluation de l'efficacité. Optimisation contractuelle. Conformité réglementaire	Allocation de coûts Analyse et optimisation de l'utilisation de l'énergie. Évaluation de l'efficacité. Optimisation contractuelle. Conformité réglementaire	Analyse et optimisation de l'utilisation de l'énergie. Évaluation des tendances d'utilisation de l'énergie. Voir Note 2
Précision globale systémique de la mesure de l'énergie active	En général, excellente précision, par exemple classe 0.2 à classe 1	En général, bonne précision, par exemple classe 0.5 à classe 2	En général, moyenne précision, par exemple classe 1 à classe 3	En général, il convient qu'une indication fiable soit plus importante que la précision. Voir Note 2
NOTE 1 Dans ce cas, le nombre de paramètres mesurés peut être limité.				
NOTE 2 Dans ce cas, seule une évaluation de tendance peut être demandée. Alors, la précision de mesure peut être moins importante que l'indication fiable.				

8.3.1.2 Applications de mesure demandées pour l'évaluation de l'EE

L'efficacité énergétique des installations basse tension utilise principalement le type suivant d'applications:

- analyse et allocation de coût d'utilisation de l'énergie;
- optimisation de l'utilisation de l'énergie, évaluation de l'efficacité (coefficient de performance (COP)², efficacité de l'utilisation de la puissance (PUE), etc.), optimisation contractuelle, conformité réglementaire, politique de système de management de l'énergie, selon l'ISO 50001, par exemple;
- comptage réseau, surveillance de réseau, surveillance de la qualité de puissance contractuelle.

8.3.2 Charges

8.3.2.1 Généralités

Les charges doivent être classées en ce qui concerne l'acceptation du délestage par leurs utilisateurs. Certaines charges, telles que les systèmes de matériels de la technologie de l'information, les ordinateurs, les téléviseurs (TV), ne sont pas adaptées au délestage. Certaines autres comme les réchauffeurs, les réfrigérateurs, les véhicules électriques, peuvent supporter, sans le moindre impact sur leur service, un délestage pendant un certain temps.

Pour chaque type de charges, il convient de déterminer la durée acceptable de délestage dans les conditions normales. À titre d'exemples, la durée acceptable du délestage est 0 ms pour un ordinateur de bureau, 50 ms pour une lampe, 15 min pour un réfrigérateur ou un réchauffeur.

² COP: en anglais: coefficient of performance; PUE: power usage effectiveness.

La durée maximale de délestage pour chaque maille est déterminée par la charge individuelle ayant la plus courte durée assignée à l'état de coupure. Pour cette raison, il convient de spécifier des mailles qui ont des charges avec une durée assignée à l'état de coupure similaire.

L'information sur la capacité des charges à supporter ou non un délestage, et sa durée correspondante, est utile.

8.3.2.2 Délestage et choix de dispositif

Il existe des relations entre les améliorations potentielles relatives à l'efficacité énergétique, la durée de vie et la maintenance des dispositifs, des systèmes et des installations.

Certaines mesures prises pour améliorer l'efficacité énergétique du système en termes de gestion de l'énergie peuvent présenter certains inconvénients si 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 peut avoir un impact sur la durée de vie du matériel. Il convient de choisir le matériel approprié à cette gestion de l'énergie.

Par exemple, les lampes à incandescence étaient largement utilisées avec des temporisateurs ou 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 utilisant une autre technologie, qui sont bien plus sensibles au nombre de commutations, réduit si dramatiquement 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 restent maintenant allumées jour et nuit pour éviter de devoir les changer trop souvent et, ce faisant, cela 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: 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.

8.3.3 Capteurs d'énergie

Les dispositifs capteurs d'énergie doivent être au moins de la même classe que le dispositif de mesure et de surveillance des performances énergétiques défini à l'Annexe D de l'IEC 61557-12:2007.

8.3.4 Prévisions

Les prévisions sont des indicateurs pour fournir des données d'entrée au système de gestion de l'efficacité énergétique, comme les prévisions météorologiques et d'occupation.

8.3.5 Journalisation des données

L'examen des données historiques est une donnée d'entrée pour réaliser des prévisions relatives à la demande d'énergie (voir 8.3.4).

Eu égard à la qualité et à 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 requises et prévues.

8.3.6 Communication

Le système de gestion 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.

8.4 Données d'entrée issues des alimentations: disponibilité et tarification de l'énergie, comptage intelligent

L'utilisateur doit considérer les informations relatives à la disponibilité et à la tarification de l'énergie qui peuvent varier au fil du temps:

- lorsque l'alimentation est une source locale, l'utilisateur doit considérer la puissance maximale et/ou la puissance minimale disponible(s) et définir le prix de cette énergie en fonction du coût total de possession, y compris les coûts fixes et les coûts variables;
- lorsque l'alimentation provient d'un stockage local d'énergie (une batterie, par exemple), l'utilisateur doit considérer la puissance maximale disponible, la quantité d'énergie disponible et définir le prix variable de cette énergie en fonction du coût total de possession, y compris les coûts fixes et les coûts variables.

8.5 Informations pour l'utilisateur: surveillance de l'installation électrique

Il convient que l'installation soit conçue pour permettre la mesure de sa consommation totale en kWh pour chaque heure de chaque jour. Il convient que les données, accompagnées du coût connexe des informations relatives à l'énergie, soient consignées dans un journal, conservées pendant un an au minimum et accessibles à l'utilisateur.

NOTE Plusieurs années de données peuvent être utiles pour une analyse de tendance efficace.

De plus (par exemple, par utilisation du sous-comptage), il convient que l'installation soit conçue pour permettre l'enregistrement et la sauvegarde des données pour la consommation de charges individuelles ou des mailles totalisant 70 % de la charge totale.

8.6 Gestion des charges par le biais de mailles

8.6.1 Généralités

Un système de gestion de l'efficacité énergétique comprend des moniteurs pour l'ensemble de l'installation électrique intelligente, y compris les charges, la production locale et le stockage local. Il peut surveiller manuellement (les cas les plus faciles) ou automatiquement (la plupart des situations) l'installation électrique de l'installation électrique intelligente de manière à optimiser de manière permanente les coûts globaux et la consommation globale du système, en prenant en compte les exigences de l'utilisateur et les paramètres d'entrée provenant du réseau, de la production électrique locale et du stockage local, des charges, des capteurs, des prévisions, etc.

8.6.2 Système de gestion de l'énergie

Le système de gestion d'énergie doit être basé sur

- les choix de l'utilisateur final,
- la surveillance de l'énergie,
- la disponibilité et le coût de l'énergie,
- les données d'entrée provenant des charges, de la production locale d'électricité et du stockage local d'électricité, des capteurs d'énergie et des prévisions.

Le système de gestion d'énergie doit comprendre

- la mesure de mailles,
- la commande,
- la qualité de la puissance,
- l'émission de rapports,
- des alarmes: vérification du bon fonctionnement des dispositifs,
- la gestion des tarifs, le cas échéant,

- la sécurité des données,
- la fonction d'affichage à l'attention du public.

Les exigences de l'utilisateur définissent les données d'entrée au système, à savoir les compteurs, les capteurs, les entrées 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.

Le système peut être tenu de mesurer la qualité de la puissance, les niveaux de tension et les charges. Il peut également produire des alarmes, commander des charges ou modifier des tarifs si des limites préétablies sont franchies.

8.7 Gestion de sources d'alimentation multiples: réseau, production et stockage locaux de l'électricité

Il convient que la demande de puissance globale soit optimisée le plus possible comme aide à la réduction globale de l'énergie dans l'installation.

NOTE Les entreprises de distribution et le réseau équilibrent l'utilisation de l'énergie électrique par l'utilisateur avec la production et le transport de cette énergie. À mesure que le nombre de sources d'énergie électrique augmente, et il sera basé sur des sources renouvelables, la disponibilité de l'énergie électrique sera plus transitoire. Les solutions que les entreprises de distribution fourniront pour maintenir le bon équilibre entre la consommation imprévisible et la production incontrôlable consisteront à réguler le prix de l'énergie à travers le réseau intelligent.

9 Maintenance et renforcement des performances de l'installation

9.1 Méthodologie

La mise en œuvre de l'efficacité énergétique a besoin d'avoir une approche intégrée des installations électriques car l'optimisation de la consommation d'énergie électrique exige la prise en considération de tous les types et de toutes les exploitations de ces installations.

Les exigences et les recommandations de la présente norme sont conformes aux énoncés suivants:

- La mesure est l'une des principales clés pour l'efficacité énergétique
 - a) Pour auditer la consommation d'énergie par des mesures permettant d'avoir 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 conduite en se basant sur un ensemble de mesures pour diverses mailles au sein de l'installation et une comparaison à 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 cela peut pointer sur des domaines qui peuvent être soumis à une analyse plus détaillée, la détermination de savoir si l'installation est efficace ou non dépendra de mesures plus précises et d'une évaluation des parties de l'installation en comparaison à l'utilisation globale de l'énergie.
 - b) Pour optimiser par l'automatisation permanente ou le contrôle permanent. Comme cela a déjà été souligné, tout ce qui absorbe de l'énergie doit être traité activement si des gains durables doivent être engrangés. Le contrôle permanent est critique pour la réalisation de l'efficacité maximale.
- La bonne énergie produite et utilisée au bon moment (voir le point c) ci-dessous
 - c) Pour surveiller, entretenir et améliorer l'installation électrique. Les cibles étant fixées sur une longue période de temps, les programmes d'efficacité de l'énergie électrique fournissent une amélioration permanente au fil du temps. Voir la Figure 3.

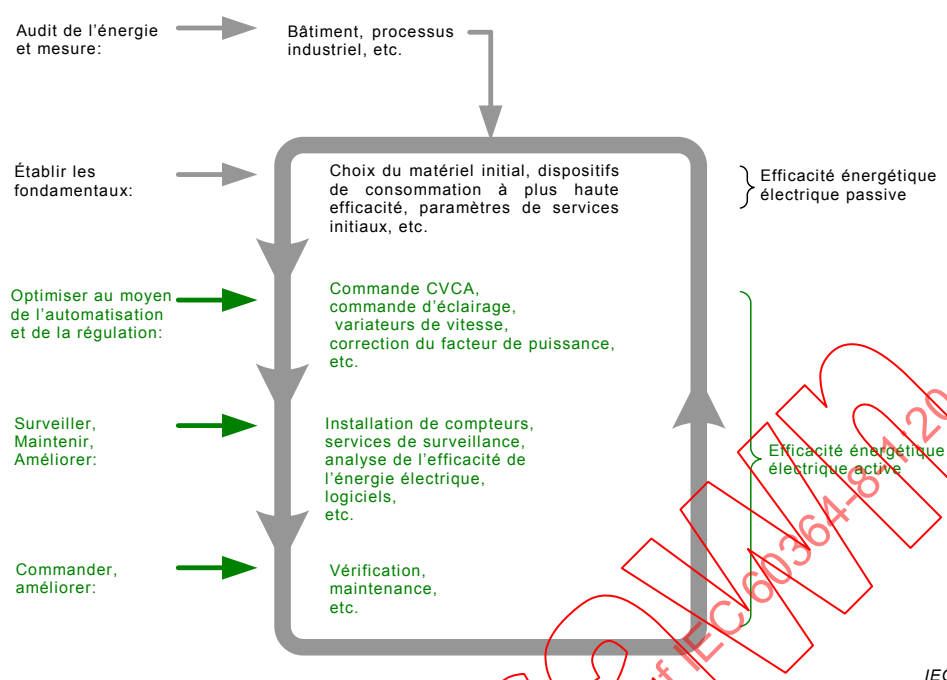


Figure 3 – Processus itératif de la gestion de l'efficacité énergétique électrique

Tableau 2 – Processus de gestion de l'efficacité énergétique électrique et responsabilités

Action	Détails	En général, entreprise par
Audit de l'énergie et mesure		L'auditeur ou le gestionnaire de l'énergie
Etablir les fondamentaux	Choix du matériel initial, dispositifs de consommation à efficacité plus élevée. Paramètres de services initiaux, etc.	L'installateur
Optimiser	Commande CVCA. Commande d'éclairage. Variateurs de vitesse. 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 compteurs, Services de surveillance, Analyse, logiciel d'efficacité de l'énergie électrique, 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

9.2 Méthodologie de cycle au cours de la durée de vie de l'installation

L'approche efficacité énergétique électrique correspond à un cycle permanent devant être suivi au cours de toute la durée de vie de l'installation électrique. Une fois les mesures effectuées (une seule fois, occasionnellement ou en permanence), les dispositions identifiées ont besoin d'être mises en œuvre. Ensuite, il convient d'effectuer la vérification et la

maintenance sur une base régulière. Il convient d'effectuer à nouveau la mesure des indicateurs, suivie de nouvelles dispositions et d'une nouvelle maintenance.

NOTE 1 Dans les installations existantes, les mesures par zone ou par utilisation ne sont réalisées 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 [7] mais au sens de la surveillance associée à l'efficacité énergétique.

NOTE 3 La maintenance fait référence à l'utilisation de la surveillance pour identifier les opportunités d'amélioration.

Les mesures pour réduire la consommation électrique doit être prise en considération dans les installations existantes. Cela exige une connaissance correcte de la consommation électrique par utilisation ou par zones. L'analyse de la consommation électrique est la première étape pour réaliser une réduction de la consommation d'électricité dans les installations existantes. Un processus itératif doit être mené 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, en utilisant seulement les changements de procédure et de comportement. Ceci peut typiquement être réalisé en reliant le matériel de mesure à un système de gestion 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 électrique

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 performances

Lorsque les utilisateurs de l'installation exigent un niveau défini de l'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 précision appropriée du matériel de mesure;
- la mise en œuvre de mesures 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 de mesures de l'efficacité énergétique électrique est d'optimiser la consommation totale d'énergie électrique. En conséquence, il est nécessaire de garantir l'efficacité de toutes les mesures mises en œuvre dans l'installation électrique pendant toute la durée de vie de cette installation. Cela peut être amélioré par une surveillance permanente et un contrôle périodique.

9.3.4 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 donne des exigences pour l'analyse ou des moyens que le concepteur d'une installation électrique ou un gestionnaire d'installations doit utiliser pour atteindre une mesure d'efficacité et un niveau de performances d'efficacité énergétique. Ces mesures et niveaux sont utilisés pour construire le profil d'installation (IP)³ et les classes d'efficacité des installations électriques. Ces exigences sont organisées en trois rubriques:

- efficacité du matériel d'utilisation/sous tension;
- efficacité du système de distribution de l'électricité;
- installation des systèmes de commande, de surveillance et de contrôle.

NOTE L'Annexe B donne un exemple informatif d'une méthode relative aux niveaux de réalisation, aux niveaux d'efficacité énergétique/performances, aux classes d'installations et aux profils d'installations.

L'efficacité des matériels d'utilisation/sous tension est basée sur la spécification et l'utilisation du matériel en question.

10.2 Mesures d'efficacité

10.2.1 Matériel d'utilisation/sous tension

10.2.1.1 Moteurs et commandes

Un moteur à induction c.a. peut consommer plus d'énergie qu'il n'en a besoin, notamment lorsqu'il est exploité dans des conditions de charge en dessous de la pleine charge. Cet excès de consommation d'énergie est dissipé par le moteur sous forme de chaleur. Les moteurs au ralenti, cycliques, légèrement chargés ou surdimensionnés consomment plus de puissance qu'il n'est nécessaire. Un meilleur choix du moteur et de la commande du moteur améliorera l'efficacité énergétique globale du système à moteur électrique.

Environ 95 % du coût d'exploitation d'un moteur provenant de sa consommation d'énergie électrique, le fait d'adopter une classe supérieure d'efficacité énergétique selon l'IEC 60034-30, notamment pour les applications à haute efficacité, réalise une économie d'énergie considérable.

L'utilisation de démarreurs de moteur ou d'autres dispositifs de commande des moteurs, tels que les systèmes à variateurs de vitesse, doit être prise en considération afin d'améliorer l'efficacité énergétique, particulièrement en vue de la gestion efficace de l'énergie pour des applications à consommation intensive (par exemple régulation de débit des ventilateurs, des pompes, ou la compression de l'air).

Exemples d'aspects à considérer:

- réduire la consommation d'énergie électrique;
- optimiser la puissance assignée;
- réduire le courant d'appel;
- réduire le bruit et les vibrations et éviter ainsi les dommages mécaniques et les défaillances dans le système de chauffage ou de climatisation;
- une meilleure maîtrise et une meilleure précision dans l'obtention des valeurs requises du débit et de la pression.

³ IP en anglais: installation profile.

NOTE Dans l'industrie, 60 % de l'électricité consommée servent à faire tourner les moteurs et 63 % de cette énergie servent à des applications fluidiques, telles que pompes et ventilateurs.

10.2.1.2 Éclairage

L'éclairage peut représenter une grande quantité de consommation d'énergie dans l'installation électrique selon le type de lampes et de luminaires pour leur application. Le contrôle de l'éclairage est l'une des moyens les plus faciles d'améliorer l'efficacité énergétique. Par conséquent, il convient de prendre en considération le contrôle de l'éclairage. Pour appliquer le contrôle de l'éclairage, il convient de prendre en considération le type de la lampe, d'appareillage à ballast.

Les solutions pour le contrôle de l'éclairage peuvent améliorer l'efficacité énergétique de plus de 50 %. 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 comportant 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 en utilisant, par exemple:

- 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 surveillant son seuil de température en fonction de l'occupation prévue.

10.2.2 Système de distribution

10.2.2.1 Généralités

L'efficacité énergétique d'un système de distribution d'électricité repose sur les principes suivants:

- l'efficacité intrinsèque des matériels électriques tels que transformateurs ou bobines d'inductance et systèmes de câblage;
- la topologie du système de distribution d'électricité 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 des transformateurs abaisseurs HT/BT privés sont utilisés pour alimenter l'installation électrique, un soin particulier doit être porté sur le type du transformateur et notamment sur son efficacité énergétique.

NOTE Le présent paragraphe n'applique pas aux transformateurs de puissance du réseau publique.

L'efficacité énergétique d'un transformateur dépend de la charge. Les pertes à pleine charge et les pertes à vide doivent être optimisées conformément à 6.4 en prenant en compte le profil 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.

Conformément à la description en 10.2.3.4, le 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 Systèmes de câblage

La section de conducteurs et l'architecture intégrée peuvent être optimisées pour réduire les pertes.

Pour optimiser l'architecture intégrée en plaçant la source de puissance à l'endroit adéquat et sur le chemin optimisé du système de câblage, le 6.3 doit être appliqué.

Pour réduire les pertes dans le câblage par des sections plus grandes du système de câblage en comparaison à la section minimale fournie par la IEC 60364-5-52 et/ou par réduction des courants réactifs et harmoniques, le 6.5 doit être appliqué.

Pour optimiser le nombre et l'allocation des circuits, le 7.3 doit être appliqué.

L'impact des pertes thermiques, la consommation à vide et la consommation d'énergie en charge du matériel connecté en série avec le système de câblage, par exemple l'appareillage de connexion et de commande, le moniteur de puissance et les relais inclus dans un circuit électrique, sont négligeables pour ce qui concerne 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 de facteur de puissance

La réduction de la consommation d'énergie réactive améliore l'efficacité énergétique car une énergie électrique maximale sera transformée en énergie active. La réduction de l'énergie réactive réduira également les pertes thermiques dans les canalisations, en particulier dans le réseau public de distribution à basse tension et réduira également les pertes d'énergie dans les réseaux de transport HT, de distribution HT et dans les réseaux des consommateurs.

Lorsqu'une réduction de l'énergie réactive est requise, le niveau optimisé de consommation d'énergie réactive doit être déterminé. Ce niveau est généralement déterminé en fonction des exigences contractuelles des entreprises de distribution de l'électricité.

Afin de réduire la consommation d'énergie réactive, les moyens suivants peuvent être mis en œuvre:

- choix de matériels d'utilisation ayant une faible consommation d'énergie réactive;
- systèmes pour la compensation de l'énergie réactive par utilisation de condensateurs.

NOTE Le taux de distorsion harmonique est une donnée importante avant de choisir les batteries de condensateurs.

10.2.3 Installation de systèmes de surveillance

10.2.3.1 Généralités

Le système de distribution de l'électricité a besoin de répondre aux exigences relatives à la capacité de surveillance.

Dans le cas d'une mesure par zone, chaque zone a besoin d'avoir un câble d'alimentation dédié, permettant au système de surveillance d'installation d'effectuer les mesures appropriées.

Dans le cas d'une mesure par utilisation, chaque utilisation a besoin d'avoir un câble d'alimentation dédié, permettant au système de surveillance d'installation d'effectuer les mesures appropriées.

Le système de surveillance d'installation a trois principaux objectifs:

a) Contrôle des performances et analyse comparative des profils de consommation

Une mesure annuelle de la consommation totale en kWh peut être utilisée en se basant sur les compteurs des entreprises de distribution d'électricité. Il peut aussi s'agir de mesures de données datées (par exemple: mesure effectuée toutes les 30 min) à partir desquelles peuvent être produits des profils de charge. Il doit être possible de consolider cette valeur avec une consommation d'énergie et quelque facteur externe tel que les données en degrés-jours, le taux d'occupation, etc.. Selon les réglementations nationales, il peut être nécessaire de porter une certaine attention sur une utilisation particulière de l'énergie (par exemple: éclairage, chauffage, etc.).

b) Identification de l'utilisation d'énergie et de tout changement du profil de consommation

Cela est nécessaire

- pour bâtir un plan d'action et vérifier l'efficacité des actions
- pour vérifier le fonctionnement du système de commande utilisé pour optimiser la consommation.

c) Étude de la qualité de la puissance

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 mesures et de surveillance qui comprend:

- des dispositifs mesurant 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.);
- des outils de surveillance, un système de gestion d'énergie dans le bâtiment (système et logiciel de communication) lorsque le stockage permanent des mesures et des données est requis.

La précision des mesures doit être adaptée à la précision nécessaire des mesures de l'efficacité.

Les limites acceptables de la précision des mesures peuvent être plus grandes dès que le point de mesure s'éloigne de l'origine de l'installation ou de la zone:

- à l'origine de l'installation ou de la zone définie pour la mesure de l'efficacité, la précision doit être la plus grande et doit se conformer à une classe de précision définie dans l'IEC 62053-21 et l'IEC 62053-22. La classe de précision doit être alignée à la mesure de l'efficacité demandée;
- au niveau du tableau de commande principal, la précision doit être meilleure que 5 %;
- au niveau du tableau de distribution secondaire ou du tableau de distribution final et en aval, la précision doit être meilleure que 10 % de 5 % à 90 % de l'unité nominale.

10.2.3.2 Énergie

Elle est de première importance, en ce qui concerne l'efficacité de l'énergie électrique, pour d'abord mesurer la consommation du matériel d'utilisation.

10.2.3.3 Profil de charge

La mesure de l'utilisation d'énergie sur de courtes périodes de temps est nécessaire pour donner un profil de charge. Il convient que cela s'effectue sur une durée de 24 h au minimum pour donner une estimation raisonnable de profil de charge.

NOTE L'échantillonnage de la mesure est généralement compris toutes les 10 min et au maximum toutes les heures. L'échantillonnage varie en fonction de l'utilisation, de la zone et du secteur d'activité et selon les saisons aussi (notamment pour l'éclairage et le CVCA).

10.2.3.4 Chute de tension

La chute de tension a un impact sur l'efficacité de l'énergie électrique de l'installation électrique.

Lorsque la mesure de chute de tension est exigée, la mesure de la tension d'installation doit être effectuée au niveau du matériel d'utilisation et à l'origine du circuit alimentant le matériel d'utilisation.

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

Lorsque la mesure de facteur de puissance est pertinente, elle doit être mise en œuvre.

10.2.3.6 Harmoniques

Le matériel électrique non linéaire tel que les systèmes d'alimentation électroniques, y compris les systèmes d'entraînement (PDS⁴), les onduleurs, les systèmes d'alimentation sans coupure (UPS), d'autres convertisseurs de puissance, les fours à arc, les transformateurs et lampes à décharges 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.

Les harmoniques provoquent la surchauffe et, de ce fait, génèrent des pertes de puissance supplémentaires dans le système de câbles. Par conséquent, il convient de mesurer THDU au niveau de l'installation et THDI au niveau du matériel d'utilisation pour les harmoniques. Il convient également d'effectuer des mesures appropriées des autres harmoniques.

10.2.3.7 Production locale et renouvelable de l'énergie

Les sources d'énergie renouvelables sur site et d'autres sources de production locale n'augmentent pas elles-mêmes l'efficacité de l'installation électrique, mais elles réduisent les pertes globales du réseau de distribution lorsque la consommation du bâtiment à partir du réseau public est réduite. Elles peuvent donc être considérées comme étant une mesure indirecte de l'efficacité énergétique.

⁴ PDS: en anglais: power drive systems; UPS: uninterrupted power supplies.

Pour l'installation de sources d'alimentation photovoltaïques, voir l'Article 551 de l'IEC 60364-5-55:2011 et l'Article 712 de l'IEC 60364-7-712:2002.

11 Actions

Les mesures doivent être analysées et, ensuite, des actions directes ou programmées entreprises:

- l'action directe consiste à améliorer immédiatement l'efficacité énergétique par exemple en manœuvrant des fenêtres ou en régulant les températures;
- les actions programmées consistent à analyser des mesures antérieures sur une certaine période de temps (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.

La gestion de l'énergie doit réaliser des réductions durables et maximales de la consommation d'électricité en

- établissant des valeurs cibles de l'énergie,
- concevant des mesures de gestion de l'énergie pour optimiser la consommation d'électricité.

12 Processus d'évaluation pour les installations électriques

12.1 Installations neuves, modifications et extensions d'installations existantes

À l'étude.

12.2 Adaptation d'installations existantes

À l'étude.

Annexe A (informative)

Détermination de l'emplacement du transformateur et du tableau de commande 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 commande le plus près possible des matériels et systèmes grands consommateurs d'énergie pour réduire au maximum les pertes au sein du système de distribution d'électricité.

La méthode du barycentre permet de définir l'emplacement de plus haute efficacité énergétique pour les transformateurs et des tableaux de commande dans une installation, et ce, grâce à la réduction des pertes électriques.

Cette méthode a pour but d'installer le transformateur et le tableau de commande en un emplacement basé 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 au maximum, dans toute la mesure du possible, les longueurs et les sections des conducteurs. L'augmentation de la section des câbles afin de satisfaire à la limitation de la chute de tension peut donc être évitée pour les câbles d'alimentation aux caractéristiques assignées élevées. Voir aussi 6.7.2.

Cette méthode ne considère que l'efficacité de l'énergie électrique pour définir l'emplacement théorique de la source, même s'il convient de prendre en compte d'autres aspects (par exemple, exigences relatives à la construction, aspects esthétiques, exigences environnementales, etc.).

Chaque charge doit être identifiée par

- les coordonnées de son emplacement: (x_i, y_i) or (x_i, y_i, z_i) selon qu'une vision 2D ou 3D est disponible;
- la consommation annuelle estimée en kWh, EAC_i .

Si l'estimation de la consommation annuelle est inconnue, il convient de la remplacer par la puissance de la charge en kVA.

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:

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

ou

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

Il convient que le transformateur ou le tableau de commande alimentant ce groupe de n charges soit placé 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 Figure A.1):

1) Stockage logistique	$EAC_1 = 120 \text{ kWh}$	à la position	$x_1 = 4 \text{ m}; y_1 = 4 \text{ m}$
2) Utilités	$EAC_2 = 80 \text{ kWh}$	à la position	$x_2 = 9 \text{ m}; y_2 = 1 \text{ m}$
3) Bureau	$EAC_3 = 20 \text{ kWh}$	à la position	$x_3 = 9 \text{ m}; y_3 = 8 \text{ m}$
4) Production	$EAC_4 = 320 \text{ kWh}$	à la position	$x_4 = 6 \text{ m}; y_4 = 12 \text{ m}$

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 est donnée par:

$$x_b = \frac{4 \text{ m} \cdot 120 \text{ kWh} + 9 \text{ m} \cdot 80 \text{ kWh} + 9 \text{ m} \cdot 20 \text{ kWh} + 6 \text{ m} \cdot 320 \text{ kWh}}{120 \text{ kWh} + 80 \text{ kWh} + 20 \text{ kWh} + 320 \text{ kWh}} = \frac{3300}{540} = 6.11 \text{ m}$$

de même la position du barycentre sur l'axe y est donnée par:

$$y_b = \frac{4 \text{ m} \cdot 120 \text{ kWh} + 1 \text{ m} \cdot 80 \text{ kWh} + 8 \text{ m} \cdot 20 \text{ kWh} + 12 \text{ m} \cdot 320 \text{ kWh}}{120 \text{ kWh} + 80 \text{ kWh} + 20 \text{ kWh} + 320 \text{ kWh}} = \frac{4560}{540} = 8.44 \text{ m}$$

L'emplacement du barycentre résultant est donné sur la Figure A.1, au point B.



Légende

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	Salles techniques
Canteen	Cantine
Pre treatment room	Salle de prétraitement
CP room	Salle CP
Future extension	Extension future
Corridor	Couloir
Process room	Salle de transformation
Offices	Bureaux
Laboratory	Laboratoire
Wastage PIN	PIN de déperdition
COO storage	Stockage COO
RW tank	Réservoir RW
Lobby	Vestibule

Figure A.1 – Exemple 1: Schéma d'implantation de l'installation de production avec les charges prévues et le barycentre calculé