

PRE-RELEASE VERSION (FDIS)



**Railway applications – Energy measurement on board trains –
Part 6: Requirements for purposes other than billing**

**Applications ferroviaires – Mesure d'énergie à bord des trains –
Partie 6: Exigences à des fins autres que la facturation**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 45.060.01

**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.**



FINAL DRAFT INTERNATIONAL STANDARD (FDIS)

PROJECT NUMBER:

IEC 62888-6 ED1

DATE OF CIRCULATION:

2018-07-06

CLOSING DATE FOR VOTING:

2018-08-17

SUPERSEDES DOCUMENTS:

9/2304/CDV, 9/2345A/RVC

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| IEC TC 9 : ELECTRICAL EQUIPMENT AND SYSTEMS FOR RAILWAYS | |
| SECRETARIAT: France | SECRETARY: Mr Denis MIGLIANICO |
| OF INTEREST TO THE FOLLOWING COMMITTEES: | HORIZONTAL STANDARD: <input type="checkbox"/> |
| FUNCTIONS CONCERNED: <input type="checkbox"/> EMC <input type="checkbox"/> ENVIRONMENT <input type="checkbox"/> QUALITY ASSURANCE <input type="checkbox"/> SAFETY | |
| <input type="checkbox"/> SUBMITTED FOR CENELEC PARALLEL VOTING | <input checked="" type="checkbox"/> NOT SUBMITTED FOR CENELEC PARALLEL VOTING |

This document is a draft distributed for approval. It may not be referred to as an International Standard until published as such.

In addition to their evaluation as being acceptable for industrial, technological, commercial and user purposes, Final Draft International Standards may on occasion have to be considered in the light of their potential to become standards to which reference may be made in national regulations.

Recipients of this document are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

TITLE:

Railway applications – Energy measurement on board trains – Part 6: Requirements for purposes other than billing

PROPOSED STABILITY DATE: 2021

NOTE FROM TC/SC OFFICERS:

CONTENTS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD..... | 5 |
| INTRODUCTION..... | 7 |
| 1 Scope..... | 10 |
| 2 Normative references | 11 |
| 3 Terms, definitions, abbreviated terms and symbols..... | 12 |
| 3.1 Terms and definitions..... | 12 |
| 3.2 Abbreviated terms..... | 12 |
| 3.3 Symbols..... | 13 |
| 4 Requirements | 13 |
| 4.1 General..... | 13 |
| 4.1.1 Overview | 13 |
| 4.1.2 Applications and usage..... | 13 |
| 4.1.3 Measurement system configuration..... | 14 |
| 4.1.4 Data to be acquired | 15 |
| 4.2 Requirement amendments to IEC 62888-1 | 15 |
| 4.2.1 General [IEC 62888-1:2018, 4.1] | 15 |
| 4.2.2 System level requirements [IEC 62888-1:2018, 4.2]..... | 15 |
| 4.2.3 Device level requirements [IEC 62888-1:2018, 4.3]..... | 16 |
| 4.3 Requirement amendments to IEC 62888-2 | 18 |
| 4.3.1 General [IEC 62888-2:2018, 4.1] | 18 |
| 4.3.2 Energy Measurement Function (EMF) [IEC 62888-2:2018, 4.2]..... | 18 |
| 4.3.3 Sensors [IEC 62888-2:2018, 4.3] | 21 |
| 4.3.4 Energy Calculation Function (ECF) [IEC 62888-2:2018, 4.4]..... | 26 |
| 4.4 Requirement amendments to IEC 62888-3 | 30 |
| 4.4.1 General [IEC 62888-3:2018, 4.1] | 30 |
| 4.4.2 Time data [IEC 62888-3:2018, 4.2] | 31 |
| 4.4.3 Energy data [IEC 62888-3:2018, 4.3]..... | 32 |
| 4.4.4 Location data [IEC 62888-3:2018, 4.4]..... | 32 |
| 4.4.5 Other received or produced data [IEC 62888-3:2018, 4.5] | 33 |
| 4.4.6 Consumption point ID [IEC 62888-3:2018, 4.6] | 33 |
| 4.4.7 Production of CEMD [IEC 62888-3:2018, 4.7] | 33 |
| 4.4.8 DHS data storage [IEC 62888-3:2018, 4.8] | 34 |
| 4.4.9 Transmission of CEMD from DHS to DCS [IEC 62888-3:2018, 4.9]..... | 34 |
| 4.4.10 Marking and essential information [IEC 62888-3:2018, 4.10]..... | 35 |
| 4.4.11 Event recording [IEC 62888-3:2018, 4.11] | 35 |
| 4.4.12 DCS [IEC 62888-3:2018, 4.12]..... | 35 |
| 4.5 Requirement amendments to IEC 62888-4 | 35 |
| 4.5.1 Overview [IEC 62888-4:2018, 4.1] | 35 |
| 4.5.2 On board communication subsystem [IEC 62888-4:2018, 4.2]..... | 35 |
| 4.5.3 On board to ground communication subsystem [IEC 62888-4:2018, 4.3]..... | 37 |
| 4.5.4 Access security [IEC 62888-4:2018, 4.4] | 37 |
| 4.6 Amendments to conformance test approach in IEC 62888-5..... | 37 |
| 4.6.1 General [IEC 62888-5:2018, 4.1] | 37 |
| 4.6.2 Situation of applicability [IEC 62888-5:2018, 4.2]..... | 37 |
| 4.6.3 General methodology [IEC 62888-5:2018, 4.3]..... | 37 |
| 4.6.4 EMS system level specific methodology [IEC 62888-5:2018, 4.4]..... | 38 |

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5 | Conformance test | 38 |
| 5.1 | General..... | 38 |
| 5.2 | Conformance test amendments to IEC 62888-2 | 38 |
| 5.2.1 | General [IEC 62888-2:2018, 5.1] | 38 |
| 5.2.2 | Testing framework [IEC 62888-2:2018, 5.2]..... | 38 |
| 5.2.3 | Design review [IEC 62888-2:2018, 5.3]..... | 39 |
| 5.2.4 | Type testing [IEC 62888-2:2018, 5.4]..... | 39 |
| 5.2.5 | Routine test [IEC 62888-2:2018, 5.5]..... | 46 |
| 5.3 | Conformance test amendments to IEC 62888-3 | 48 |
| 5.3.1 | Procedural framework [IEC 62888-3:2018, 5.1]..... | 48 |
| 5.3.2 | Testing framework [IEC 62888-3:2018, 5.2]..... | 49 |
| 5.3.3 | Design review [IEC 62888-3:2018, 5.3]..... | 49 |
| 5.3.4 | Type test [IEC 62888-3:2018, 5.4] | 50 |
| 5.3.5 | Routine testing [IEC 62888-3:2018, 5.5] | 51 |
| 5.4 | Conformance test amendments to IEC 62888-4 | 51 |
| 5.4.1 | General [IEC 62888-4:2018, 5.1] | 51 |
| 5.4.2 | PICS and PIXIT [IEC 62888-4:2018, 5.2] | 52 |
| 5.4.3 | Design review [IEC 62888-4:2018, 5.3]..... | 52 |
| 5.4.4 | Type test procedure [IEC 62888-4:2018, 5.4]..... | 52 |
| 5.5 | Amendments to conformance test procedures [IEC 62888-5:2018, 5]..... | 53 |
| 5.5.1 | General [IEC 62888-5:2018, 5.1] | 53 |
| 5.5.2 | EMS integration design review [IEC 62888-5:2018, 5.2]..... | 53 |
| 5.5.3 | EMS integration type test [IEC 62888-5:2018, 5.3]..... | 53 |
| 5.5.4 | EMS installation design review [IEC 62888-5:2018, 5.4] | 54 |
| 5.5.5 | EMS Installation type test [IEC 62888-5:2018, 5.5] | 55 |
| 5.5.6 | EMS installation routine test [IEC 62888-5:2018, 5.6] | 56 |
| 5.5.7 | Periodic re-verification [IEC 62888-5:2018, 5.7]..... | 56 |
| 5.5.8 | Replacement of devices and ancillary components [IEC 62888-5:2018, 5.8]..... | 57 |
| 6 | Amendments to the relevant Annexes in IEC 62888-1 to IEC 62888-5 | 57 |
| 6.1 | Amendments to Annexes in IEC 62888-1:2018..... | 57 |
| 6.2 | Amendments to Annexes in IEC 62888-2:2018..... | 57 |
| 6.2.1 | Annex A (normative) Test with magnetic induction of external origin [IEC 62888-2:2018]..... | 57 |
| 6.2.2 | Annex B (normative) EMF configurations [IEC 62888-2:2018]..... | 57 |
| 6.2.3 | Annex C (informative) Expressing EMF accuracy [IEC 62888-2:2018]..... | 57 |
| 6.2.4 | Annex D (informative) Re-verification and defining of its regime recommendations [IEC 62888-2:2018] | 57 |
| 6.2.5 | Annex E (informative) Durability test [IEC 62888-2:2018]..... | 57 |
| 6.3 | Amendments to Annexes in IEC 62888-3:2018..... | 57 |
| 6.4 | Amendments to Annexes in IEC 62888-4:2018..... | 58 |
| 6.4.1 | Annex A (normative) On board to ground communication preferred solution [IEC 62888-4:2018] | 58 |
| 6.4.2 | Annex B (informative) VEI–VMF/CMF to ECF interface implementation example [IEC 62888-4:2018] | 58 |
| 6.4.3 | Annex C (informative) PICS structure and instruction [IEC 62888-4:2018] | 58 |
| 6.4.4 | Annex D (informative) Access security [IEC 62888-4:2018]..... | 58 |
| 6.5 | Amendments to Annexes in IEC 62888-5:2018..... | 58 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Annex A (informative) Examples of installation points in case of distributed measurement..... | 59 |
| A.1 General..... | 59 |
| A.2 DC power supply..... | 59 |
| A.2.1 ECF function in TCN..... | 59 |
| A.2.2 Substantial data for energy measurement on board, e.g. current and voltage | 60 |
| A.3 AC power supply..... | 61 |
| Annex B (informative) Measurement of non-sinusoidal waveform | 63 |
| Annex C (informative) The differences between Level 1, Level 2 and Level 3..... | 64 |
| Bibliography..... | 73 |
| | |
| Figure 1 – EMS functional structure and dataflow diagram..... | 9 |
| Figure 2 – Primary current and voltage ranges [IEC 62888-2:2018, Figure 6]..... | 29 |
| Figure 3 – Test point matrix for ECF accuracy tests (type test) [IEC 62888-2:2018, Figure 8]..... | 44 |
| Figure 4 – Test point matrix for ECF accuracy tests (routine test) [IEC 62888-2:2018, Figure 15]..... | 48 |
| Figure A.1 – An example of ECF function in TCN for DC power supply | 60 |
| Figure A.2 – An example of only current and voltage measured on board for DC power supply..... | 61 |
| Figure A.3 – An example of ECF function in control unit for AC power supply | 62 |
| | |
| Table 1 – Levels of performance [IEC 62888-1:2018, Table 1] | 11 |
| Table 2 – EMF percentage error limits at reference conditions for Level 3 [IEC 62888-2:2018, Table 2]..... | 20 |
| Table 3 – Level 3 additional percentage error limits – VMF [IEC 62888-2:2018, Table 3] | 23 |
| Table 4 – Level 3 additional percentage error limits – AC CMF [IEC 62888-2:2018, Table 7] | 24 |
| Table 5 – Level 3 additional percentage error limits – DC CMF [IEC 62888-2:2018, Table 8] | 25 |
| Table 6 – Level 3 ECF additional percentage error limits for active energy [IEC 62888-2:2018, Table 15]..... | 28 |
| Table C.1 – The differences between Level 1, Level 2 and Level 3 | 65 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RAILWAY APPLICATIONS – ENERGY MEASUREMENT ON BOARD TRAINS –

Part 6: Requirements for purposes other than billing

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 62888-6 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This standard supplements and/or amends the requirements specified in IEC 62888-1 to IEC 62888-5 which are based on EN 50463.

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

| | |
|-----------|------------------|
| FDIS | Report on voting |
| 9/XX/FDIS | 9/XX/RVD |

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

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

A list of all parts in the IEC 62888 series, published under the general title *Railway applications – Energy measurement on board trains*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

Three levels are introduced for categorizing EMS as described in Clause 1.

This is Part 6 of the IEC 62888 series which consists of the following parts, under the general title *Railway applications – Energy measurement on board trains*:

Part 1: General

Part 2: Energy measurement

Part 3: Data handling

Part 4: Communication

Part 5: Conformance test

Part 6: Requirements for purposes other than billing

This series of International Standards follows the functional guidelines description in Annex A, “Principles of conformity assessment”, of ISO/IEC 17000:2004 tailored to the Energy Measurement System (EMS).

The Energy Measurement System (EMS) provides measurement and data suitable for applications such as energy management, energy saving, billing and others.

This series of International Standards uses the functional approach to describe the EMS. These functions are implemented in one or more physical devices. The user of this series of standards is free to choose the physical implementation arrangements.

Structure and main contents of the IEC 62888 series

This series of International Standards is divided into six parts. The titles and brief descriptions of each part are given below:

IEC 62888-1 – General

The scope of IEC 62888-1 is the Energy Measurement System (EMS).

IEC 62888-1 provides system level requirements for the complete EMS and common requirements for all devices implementing one or more functions of the EMS.

IEC 62888-2 – Energy measurement

The scope of IEC 62888-2 is the Energy Measurement Function (EMF).

The EMF provides measurement of the consumed and regenerated active energy of a traction unit. If the traction unit is designed for use on AC traction supply systems, the EMF also provides measurement of reactive energy. The EMF provides the measured quantities via an interface to the Data Handling System.

The EMF consists of the three functions: Voltage Measurement Function, Current Measurement Function and Energy Calculation Function. For each of these functions, accuracy classes are specified and associated reference conditions are defined. This part also defines all specific requirements for all functions of the EMF.

The Voltage Measurement Function measures the voltage of the contact line (CL) system and the Current Measurement Function measures the current taken from and returned to the CL system. These functions provide signal inputs to the Energy Calculation Function.

The Energy Calculation Function inputs the signals from the Current and Voltage Measurement Functions and calculates a set of values representing the consumed and regenerated energies. These values are transferred to the Data Handling System and are used in the creation of Compiled Energy Measured Data.

All relevant metrological aspects are covered in this part of IEC 62888.

IEC 62888-2 also defines the conformance test of the EMF.

IEC 62888-3 – Data handling

The scope of IEC 62888-3 is the Data Handling System (DHS).

The on board DHS receives, produces and stores data, ready for transmission to any authorised receiver of data on board or on ground. The main goal of the DHS is to produce Compiled Energy Measured Data and transfer it to an on-ground Data Collection Service (DCS). The DHS can support another functionality on board or on-ground with data, as long as this does not conflict with the main goal.

IEC 62888-3 also defines the conformance test of the DHS.

IEC 62888-4 – Communication

The scope of IEC 62888-4 is the communication services.

This part of IEC 62888 gives requirements and guidance regarding the data between the functions implemented within EMS as well as between such functions and other on board units where data are exchanged using a communications protocol stack over a dedicated physical interface or a shared network.

It includes the on board to ground communication service and covers the requirements necessary to support data transfer between DHS and DCS.

IEC 62888-4 also defines the conformance test of the communications services.

IEC 62888-5 – Conformance test

The scope of IEC 62888-5 is the conformance test procedures for the EMS.

IEC 62888-5 also covers re-verification procedures and conformance test in the event of the replacement of a device of the EMS.

IEC 62888-6 – Requirements for purposes other than billing

The scope of IEC 62888-6 is to specify the requirements for EMS to be used for benchmarking, daily energy consumption monitoring, technical research and development.

This part provides the requirements for monitoring consumed energy on-board in daily services in an easy way and the measured data are applicable for general purposes in industry such as energy management, energy saving, etc. However, this part is not applicable for billing purposes.

EMS functional structure and dataflow

Figure 1 illustrates the functional structure of the EMS, the main sub-functions and the structure of the dataflow and is informative only. Only the main interfaces required by this standard are displayed by arrows.

Since the communication function is distributed throughout the EMS, it has been omitted for clarity. Not all interfaces are shown.

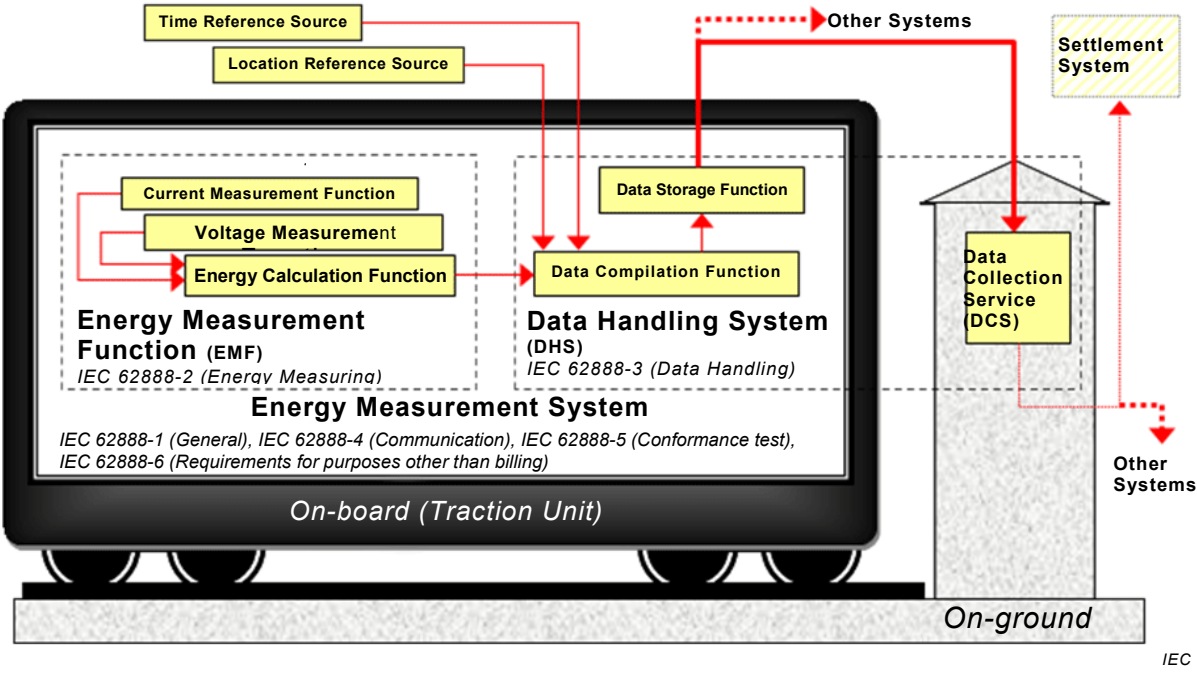


Figure 1 – EMS functional structure and dataflow diagram

RAILWAY APPLICATIONS – ENERGY MEASUREMENT ON BOARD TRAINS –

Part 6: Requirements for purposes other than billing

1 Scope

This part of IEC 62888 specifies the specific requirements for EMS to be used for benchmarking, daily energy consumption monitoring, technical research and development.

This document provides the requirements for monitoring consumed energy on board in daily services in an easy way and the measured data are applicable for general purposes in industry such as energy management, energy saving, etc. However, this document is not applicable for billing purposes.

The practical purposes in industrial fields are, e.g.:

- a) monitoring daily energy consumption of vehicles;
- b) obtaining data on influential factors, such as operational commands and surrounding conditions, in order to analyse relations between operations and energy;
- c) energy management of power flow between vehicles and fixed installations;
- d) implementing investigation tests of research and development for vehicle systems;
- e) energy cost forecasting for analysing overall efficiency and consumption.

The requirements specified in this document supplement and/or amend the requirements specified in IEC 62888-1 to IEC 62888-5.

The energy measurement system (EMS) is categorized in 3 Levels as described in IEC 62888-1:2018, Table 1. This document applies to Level 2 and Level 3.

In this document unless levels are specially mentioned, both Level 2 and Level 3 apply. If a requirement applies only to one level between Level 2 and Level 3, this condition is clearly specified.

In the following clauses and subclauses square brackets, e.g. [IEC 62888-3:2018, 4.6.1] in the title indicate relevant clauses and subclauses of other parts.

When lower subclauses of other parts are not listed, provisions of higher subclauses apply to the lower subclauses.

Table 1 – Levels of performance [IEC 62888-1:2018, Table 1]

| Levels | Description | Notes |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Level 1 | Level for measuring energy consumption on board for applications like energy management, energy saving, billing and others. | This is the only level applicable for billing |
| Level 2 | Level for measuring energy consumption on board for applications like energy management, energy saving, benchmarking by suppliers or train operators and others. This level is not applicable for billing. | Level 2 is applied when accuracy requirements need to be raised to ones equivalent to Level 1 by agreement by the Parties for international comparison or benchmarking purposes. |
| Level 3 | Level for daily energy measurement, for instance: technical research and development. This level is not applicable for billing. | <ul style="list-style-type: none"> – Based on users requests. – Both measuring performance and service conditions can be less severe than Level 1. <p>Power and energy are calculated based on voltage and current data acquired from existing sensors installed in converter systems, etc.</p> |

2 Normative references

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

IEC 60044-8, *Instrument transformers – Part 8: Electronic current transformers*

IEC 60850:2014, *Railway applications – Supply voltages of traction systems*

IEC 61287-1, *Railway applications – Power converters installed on board rolling stock – Part 1: Characteristics and test methods*

IEC 62236-3-2, *Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 3-2: Rolling stock – Apparatus*

IEC 62313:2009, *Railway applications – Power supply and rolling stock – Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock*

IEC 62497-1, *Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment*

IEC 62625-1, *Electronic railway equipment – On board driving data recording system – Part 1: System specification*

IEC 62888-1:2018, *Railway applications – Energy measurement on board trains – Part 1: General*

IEC 62888-2:2018, *Railway applications – Energy measurement on board trains – Part 2: Energy measurement*

IEC 62888-3:2018, *Railway applications – Energy measurement on board trains – Part 3: Data handling*

IEC 62888-4:2018, *Railway applications – Energy measurement on board trains – Part 4: Communication*

IEC 62888-5:2018, *Railway applications – Energy measurement on board trains – Part 5: Conformance test*

SOMMAIRE

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS | 5 |
| INTRODUCTION | 7 |
| 1 Domaine d'application | 10 |
| 2 Références normatives | 11 |
| 3 Termes, définitions, termes abrégés et symboles | 12 |
| 3.1 Termes et définitions | 12 |
| 3.2 Termes abrégés | 12 |
| 3.3 Symboles | 13 |
| 4 Exigences | 13 |
| 4.1 Généralités | 13 |
| 4.1.1 Vue d'ensemble | 13 |
| 4.1.2 Applications et usage | 13 |
| 4.1.3 Configuration du système de mesure | 15 |
| 4.1.4 Données à acquérir | 15 |
| 4.2 Modifications des exigences de l'IEC 62888-1 | 15 |
| 4.2.1 Généralités [IEC 62888-1:2018, 4.1] | 15 |
| 4.2.2 Exigences niveau système [IEC 62888-1:2018, 4.2] | 15 |
| 4.2.3 Exigences niveau dispositif [IEC 62888-1:2018, 4.3] | 17 |
| 4.3 Modifications des exigences de l'IEC 62888-2 | 19 |
| 4.3.1 Généralités [IEC 62888-2:2018, 4.1] | 19 |
| 4.3.2 Fonction de mesure d'énergie (EMF) [IEC 62888-2:2018, 4.2] | 19 |
| 4.3.3 Capteurs [IEC 62888-2:2018, 4.3] | 21 |
| 4.3.4 Fonction de calcul d'énergie (ECF) [IEC 62888-2:2018, 4.4] | 27 |
| 4.4 Modifications des exigences de l'IEC 62888-3 | 32 |
| 4.4.1 Généralités [IEC 62888-3:2018, 4.1] | 32 |
| 4.4.2 Données temporelles [IEC 62888-3:2018, 4.2] | 32 |
| 4.4.3 Données d'énergie [IEC 62888-3:2018, 4.3] | 33 |
| 4.4.4 Données de localisation [IEC 62888-3:2018, 4.4] | 34 |
| 4.4.5 Autres données reçues ou produites [IEC 62888-3:2018, 4.5] | 34 |
| 4.4.6 ID de point de consommation [IEC 62888-3:2018, 4.6] | 34 |
| 4.4.7 Production de CEMD [IEC 62888-3:2018, 4.7] | 34 |
| 4.4.8 Conservation des données du DHS [IEC 62888-3:2018, 4.8] | 35 |
| 4.4.9 Transmission de CEMD du DHS au DCS [IEC 62888-3:2018, 4.9] | 36 |
| 4.4.10 Marquage et informations essentielles [IEC 62888-3:2018, 4.10] | 36 |
| 4.4.11 Enregistrement d'événement [IEC 62888-3:2018, 4.11] | 37 |
| 4.4.12 DCS [IEC 62888-3:2018, 4.12] | 37 |
| 4.5 Modifications des exigences de l'IEC 62888-4 | 37 |
| 4.5.1 Aperçu [IEC 62888-4:2018, 4.1] | 37 |
| 4.5.2 Sous-système de communication embarqué [IEC 62888-4:2018, 4.2] | 37 |
| 4.5.3 Sous-système de communication bord-sol [IEC 62888-4:2018, 4.3] | 39 |
| 4.5.4 Sécurité d'accès [IEC 62888-4:2018, 4.4] | 39 |
| 4.6 Modifications relatives à l'approche d'essai de conformité de l'IEC 62888-5 | 39 |
| 4.6.1 Généralités [IEC 62888-5:2018, 4.1] | 39 |
| 4.6.2 Situation d'applicabilité [IEC 62888-5:2018, 4.2] | 39 |
| 4.6.3 Méthodologie générale [IEC 62888-5:2018, 4.3] | 39 |

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.6.4 | Méthodologie spécifique au niveau du système EMS [IEC 62888-5:2018, 4.4]..... | 40 |
| 5 | Essai de conformité..... | 40 |
| 5.1 | Généralités..... | 40 |
| 5.2 | Modifications relatives à l'essai de conformité de l'IEC 62888-2..... | 40 |
| 5.2.1 | Généralités [IEC 62888-2:2018, 5.1]..... | 40 |
| 5.2.2 | Cadre des essais [IEC 62888-2:2018, 5.2]..... | 41 |
| 5.2.3 | Revue de conception [IEC 62888-2:2018, 5.3]..... | 41 |
| 5.2.4 | Essai de type [IEC 62888-2:2018, 5.4]..... | 42 |
| 5.2.5 | Essai individuel de série [IEC 62888-2:2018, 5.5]..... | 50 |
| 5.3 | Modifications relatives à l'essai de conformité de l'IEC 62888-3..... | 52 |
| 5.3.1 | Cadre de procédure [IEC 62888-3:2018, 5.1]..... | 52 |
| 5.3.2 | Cadre des essais [IEC 62888-3:2018, 5.2]..... | 52 |
| 5.3.3 | Revue de conception [IEC 62888-3:2018, 5.3]..... | 52 |
| 5.3.4 | Essai de type [IEC 62888-3:2018, 5.4]..... | 53 |
| 5.3.5 | Essai individuel de série [IEC 62888-3, 5.5]..... | 55 |
| 5.4 | Modifications relatives à l'essai de conformité de l'IEC 62888-4..... | 55 |
| 5.4.1 | Généralités [IEC 62888- 4:2018, 5.1]..... | 55 |
| 5.4.2 | PICS et PIXIT [IEC 62888-4:2018, 5.2]..... | 55 |
| 5.4.3 | Revue de conception [IEC 62888-4:2018, 5.3]..... | 55 |
| 5.4.4 | Procédure d'essai de type [IEC 62888-4:2018, 5.4]..... | 55 |
| 5.5 | Modifications relatives aux modes opératoires d'essai de conformité [IEC 62888-5:2018, 5]..... | 56 |
| 5.5.1 | Généralités [IEC 62888-5:2018, 5.1]..... | 56 |
| 5.5.2 | Revue de conception pour l'intégration de l'EMS [IEC 62888-5:2018, 5.2]..... | 57 |
| 5.5.3 | Essai de type d'intégration de l'EMS [IEC 62888-5:2018, 5.3]..... | 57 |
| 5.5.4 | Revue de conception pour l'installation de l'EMS [IEC 62888-5:2018, 5.4]..... | 58 |
| 5.5.5 | Essai de type d'installation de l'EMS [IEC 62888-5:2018, 5.5]..... | 59 |
| 5.5.6 | Essai individuel de série pour l'installation de l'EMS [IEC 62888-5:2018, 5.6]..... | 60 |
| 5.5.7 | Revérification périodique [IEC 62888-5:2018, 5.7]..... | 61 |
| 5.5.8 | Remplacement des dispositifs et des composants auxiliaires [IEC 62888-5:2018, 5.8]..... | 61 |
| 6 | Modifications des annexes applicables des Parties 1 à 5 de l'IEC 62888..... | 61 |
| 6.1 | Modifications des annexes de l'IEC 62888-1:2018..... | 61 |
| 6.2 | Modifications des annexes de l'IEC 62888-2:2018..... | 61 |
| 6.2.1 | Annexe A (normative) Essai avec induction magnétique d'origine externe [IEC 62888-2:2018]..... | 61 |
| 6.2.2 | Annexe B (normative) Configurations de l'EMF [IEC 62888-2:2018]..... | 61 |
| 6.2.3 | Annexe C (informative) Expression de la précision de l'EMF [IEC 62888-2:2018]..... | 62 |
| 6.2.4 | Annexe D (informative) Revérification et définition des recommandations de régime [IEC 62888-2:2018]..... | 62 |
| 6.2.5 | Annexe E (informative) Essai de durabilité [IEC 62888-2:2018]..... | 62 |
| 6.3 | Modifications des annexes de l'IEC 62888-3:2018..... | 62 |
| 6.4 | Modifications des annexes de l'IEC 62888-4:2018..... | 62 |
| 6.4.1 | Annexe A (normative) Solution préférée pour la communication bord-sol [IEC 62888-4]..... | 62 |
| 6.4.2 | Annexe B (informative) Exemple de mise en œuvre de l'interface VMF/CMF – ECF (VEI) [IEC 62888-4:2018]..... | 62 |

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.4.3 | Annexe C (informative) Structure et instructions relatives à la PICS [IEC 62888-4:2018]..... | 62 |
| 6.4.4 | Annexe D (informative) Sécurité d'accès [IEC 62888-4:2018] | 62 |
| 6.5 | Modifications des annexes de l'IEC 62888-5:2018 | 62 |
| | Annexe A (informative) Exemples de points d'installation dans le cas d'une mesure distribuée..... | 63 |
| A.1 | Généralités | 63 |
| A.2 | Alimentation en courant continu | 63 |
| A.2.1 | Fonction ECF dans le TCN | 63 |
| A.2.2 | Données importantes pour la mesure d'énergie à bord (par exemple, courant et tension)..... | 64 |
| A.3 | Alimentation en courant alternatif..... | 65 |
| | Annexe B (informative) Mesure d'une forme d'onde non sinusoïdale | 67 |
| | Annexe C (informative) Différences entre les Niveaux 1, 2 et 3 | 68 |
| | Bibliographie..... | 77 |
| | Figure 1 – Structure fonctionnelle et flux de données de l'EMS | 9 |
| | Figure 2 – Courant primaire et plages de tensions [IEC 62888-2:2018, Figure 6] | 30 |
| | Figure 3 – Matrice des points d'essai pour les essais de précision de l'ECF (essai de type) [IEC 62888-2:2018, Figure 8] | 47 |
| | Figure 4 – Matrice des points d'essai pour les essais de précision de l'ECF (essai de routine) [IEC 62888-2:2018, Figure 15] | 51 |
| | Figure A.1 – Exemple de fonction ECF dans un TCN pour une alimentation en courant continu..... | 64 |
| | Figure A.2 – Exemple de mesure de courant et de tension effectuée à bord uniquement pour une alimentation en courant continu..... | 65 |
| | Figure A.3 – Exemple de fonction ECF dans une unité de commande pour une alimentation en courant alternatif | 66 |
| | Tableau 1 – Niveaux de performance [IEC 62888-1:2018, Tableau 1] | 11 |
| | Tableau 2 – Limites de pourcentage d'erreur de l'EMF aux conditions de référence pour le Niveau 3 [IEC 62888-2:2018, Tableau 2] | 21 |
| | Tableau 3 – Limites de pourcentage d'erreur supplémentaire pour le Niveau 3 – VMF [IEC 62888-2:2018, Tableau 3] | 24 |
| | Tableau 4 – Limites du pourcentage d'erreur supplémentaire pour le Niveau 3 – CMF courant alternatif [IEC 62888-2:2018, Tableau 7] | 25 |
| | Tableau 5 – Limites du pourcentage d'erreur supplémentaire pour le Niveau 3 – CMF courant continu [IEC 62888-2:2018, Tableau 8] | 26 |
| | Tableau 6 – Limites du pourcentage d'erreur supplémentaire de l'ECF pour l'énergie active – Niveau 3 [IEC 62888-2:2018, Tableau 15]..... | 29 |
| | Tableau C.1 – Différences entre les Niveaux 1, 2 et 3..... | 69 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MESURE D'ÉNERGIE À BORD DES TRAINS –

Partie 6: Exigences à des fins autres que la facturation

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 62888-6 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette norme complète et/ou modifie les exigences spécifiées dans les parties 1 à 5 de l'IEC 62888, lesquelles sont basées sur l'EN 50463.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS | Rapport de vote |
|-----------|-----------------|
| 9/XX/FDIS | 9/XX/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62888, publiées sous le titre général *Applications ferroviaires – Mesure d'énergie à bord des trains*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de 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'Article 1 présente les trois niveaux de classification de l'EMS.

Le présent document correspond à la Partie 6 de la série IEC 62888 qui comprend les parties suivantes, publiées sous le titre général *Applications ferroviaires – Mesure d'énergie à bord des trains*:

Partie 1: Généralités

Partie 2: Mesure d'énergie

Partie 3: Traitement des données

Partie 4: Communications

Partie 5: Essai de conformité

Partie 6: Exigences à des fins autres que la facturation

Cette série de Normes internationales respecte les lignes directrices décrites à l'Annexe A, «Principes de l'évaluation de la conformité», de l'ISO/IEC 17000:2004, adaptées au système de mesure d'énergie (EMS).

Le système de mesure d'énergie (EMS) fournit des mesures et des données adaptées à diverses applications telles que la gestion de l'énergie, les économies d'énergie et la facturation, entre autres.

Cette série de Normes internationales décrit l'EMS d'un point de vue fonctionnel. Ces fonctions sont mises en œuvre dans un ou plusieurs dispositifs physiques. L'utilisateur de cette série de normes est libre de choisir les dispositions de mise en œuvre physique.

Structure et contenu de la série IEC 62888

Cette série de Normes internationales est divisée en six parties dont les titres et résumés sont indiqués ci-après:

IEC 62888-1 – Généralités

Le domaine d'application de l'IEC 62888-1 concerne le système de mesure d'énergie (EMS).

L'IEC 62888-1 définit les exigences de niveau système pour l'EMS complet, ainsi que les exigences communes pour tous les dispositifs mettant en œuvre une ou plusieurs fonctions de l'EMS.

IEC 62888-2 – Mesure d'énergie

Le domaine d'application de l'IEC 62888-2 concerne la fonction de mesure d'énergie (EMF).

L'EMF assure la mesure de l'énergie active consommée et régénérée d'une unité de traction. Si l'unité de traction est conçue pour l'utilisation sur des systèmes d'alimentation de traction en courant alternatif, l'EMF effectue également la mesure d'énergie réactive. L'EMF fournit les grandeurs mesurées par le biais d'une interface avec le système de traitement des données.

L'EMF est constituée de trois fonctions: la fonction de mesure de tension, la fonction de mesure de courant et la fonction de calcul d'énergie. Pour chacune de ces fonctions, des classes de précision sont spécifiées et les conditions de référence associées sont définies. Cette partie définit également l'ensemble des exigences spécifiques pour toutes les fonctionnalités de l'EMF.

La fonction de mesure de tension permet de mesurer la tension du système de ligne de contact (CL), et la fonction de mesure de courant permet de mesurer le courant prélevé au niveau du système de la CL et retourné à ce dernier. Ces fonctions envoient des signaux d'entrée à la fonction de calcul d'énergie.

La fonction de calcul d'énergie reçoit les signaux des fonctions de mesure de courant/tension et calcule un ensemble de valeurs qui représentent les énergies consommées et régénérées. Ces valeurs sont transférées vers le système de traitement des données et utilisées pour la création de données de facturation énergétique compilées.

Toutes les caractéristiques métrologiques associées sont traitées dans cette partie de l'IEC 62888.

L'IEC 62888-2 définit également l'essai de conformité de l'EMF.

IEC 62888-3 – Traitement des données

Le domaine d'application de l'IEC 62888-3 concerne le système de traitement des données (DHS).

Le DHS embarqué reçoit, génère et stocke des données, prêtes à être transmises à un récepteur de données autorisé embarqué ou au sol. L'objectif principal du DHS est de produire des données de mesure d'énergie compilées (CEMD) et de les transférer à un DCS au sol. Le DHS peut prendre en charge une autre fonctionnalité embarquée ou au sol avec des données tant qu'elle n'entre pas en conflit avec son objectif principal.

L'IEC 62888-3 définit également l'essai de conformité du DHS.

IEC 62888-4 – Communications

Le domaine d'application de l'IEC 62888-4 concerne les services de communication.

Cette partie de l'IEC 62888 définit les exigences et recommandations relatives à la communication des données entre les fonctions mises en œuvre dans l'EMS, ainsi qu'entre ces fonctions et les autres unités embarquées lorsque des données sont échangées en utilisant une pile de protocoles de communications sur une interface physique dédiée ou un réseau partagé.

Elle inclut le service de communication des données embarquées/au sol et couvre les exigences nécessaires pour prendre en charge le transfert des données entre le DHS et le DCS.

L'IEC 62888-4 définit également l'essai de conformité des services de communication.

IEC 62888-5 – Essai de conformité

Le domaine d'application de l'IEC 62888-5 concerne les procédures d'essai de conformité de l'EMS.

L'IEC 62888-5 couvre en outre les procédures de revérification et l'essai de conformité en cas de remplacement d'un dispositif de l'EMS.

IEC 62888-6 – Exigences à des fins autres que la facturation

Le domaine d'application de l'IEC 62888-6 est de spécifier les exigences applicables à l'EMS à des fins d'évaluation comparative, de surveillance de la consommation d'énergie journalière, de recherche et développement techniques.

Cette partie établit les exigences relatives à une surveillance simplifiée de l'énergie consommée à bord des trains dans le cadre de leurs services quotidiens. Elle est destinée à des applications industrielles générales, telles que la gestion de l'énergie, l'économie d'énergie, etc., mais ne couvre pas les applications de facturation.

Structure fonctionnelle et flux de données de l'EMS

La Figure 1 représente la structure fonctionnelle de l'EMS, les principales fonctions secondaires et la structure du flux de données. Elle n'est fournie qu'à titre d'information. Seules les interfaces principales exigées par la présente norme sont représentées par des flèches.

Etant donné que la fonction de communication est répartie dans l'ensemble de l'EMS, celle-ci a été omise par souci de clarté. Toutes les interfaces ne sont pas représentées.

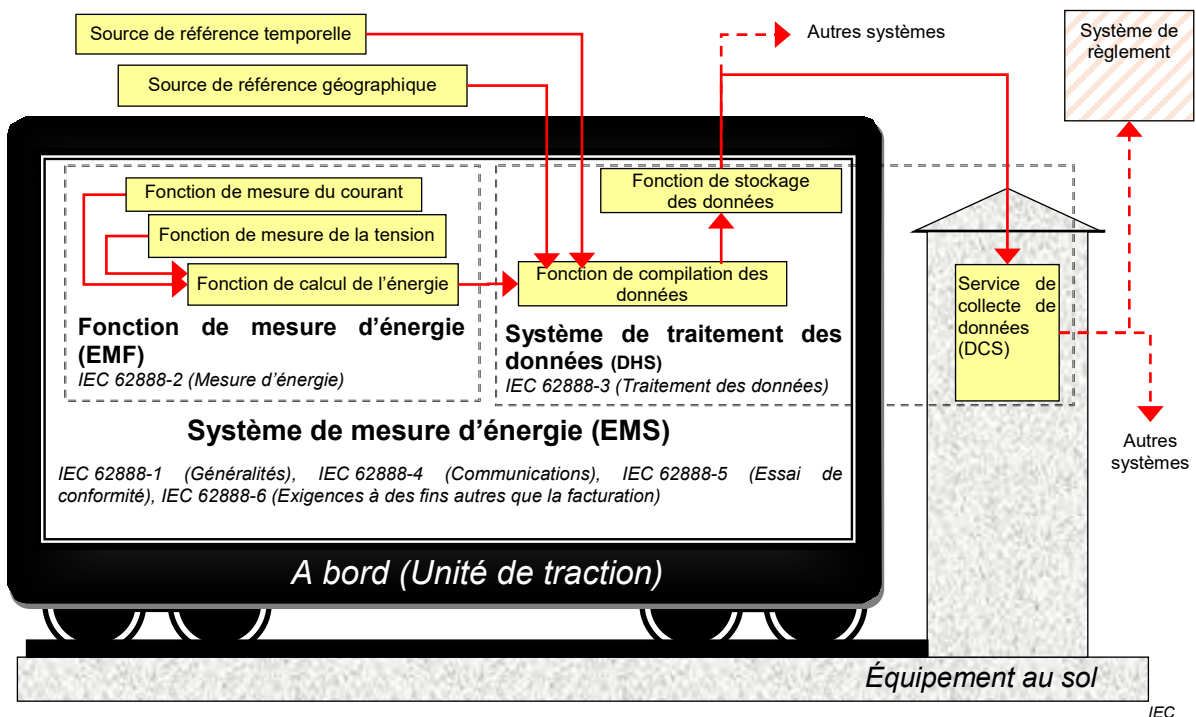


Figure 1 – Structure fonctionnelle et flux de données de l'EMS

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MESURE D'ÉNERGIE À BORD DES TRAINS –

Partie 6: Exigences à des fins autres que la facturation

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62888 spécifie les exigences particulières de l'EMS à des fins d'évaluation comparative, de surveillance de la consommation d'énergie journalière, de recherche et développement techniques.

Le présent document établit les exigences relatives à une surveillance simplifiée de l'énergie consommée à bord des trains dans le cadre de leurs services quotidiens. Il est destiné à des applications industrielles générales, telles que la gestion de l'énergie, l'économie d'énergie, etc., mais ne couvre pas les applications de facturation.

Les domaines industriels couvrent diverses applications pratiques, par exemple:

- a) surveillance de la consommation d'énergie journalière des véhicules;
- b) obtention de données sur les facteurs d'influence, tels que les commandes opérationnelles et conditions environnantes, en vue d'analyser les relations entre les opérations et l'énergie;
- c) gestion de l'énergie du flux de puissance entre les véhicules et les installations fixes;
- d) mise en œuvre d'essais d'investigation pour la recherche et le développement de systèmes de véhicules;
- e) prévisions des coûts de l'énergie pour l'analyse de l'efficacité globale et de la consommation.

Les exigences spécifiées dans le présent document complètent et/ou modifient celles spécifiées dans les Parties 1 à 5 de l'IEC 62888.

Le système de mesure d'énergie (EMS) est classé en trois niveaux, tels que décrits dans le Tableau 1 de l'IEC 62888-1:2018. Le présent document s'applique aux Niveaux 2 et 3.

Dans le présent document, à moins qu'un niveau ne soit spécifiquement mentionné, le Niveau 2 et le Niveau 3 s'appliquent. Si une exigence concerne uniquement un niveau entre le Niveau 2 et le Niveau 3, cette condition est clairement indiquée.

Dans les articles et paragraphes suivants, les titres comportent des références entre crochets (par exemple, [IEC 62888-3:2018, 4.6.1]) qui renvoient aux articles et paragraphes applicables d'autres parties.

Lorsque des sous-paragraphes d'autres parties ne sont pas répertoriés, les dispositions des paragraphes du niveau supérieur s'appliquent à ces sous-paragraphes.

Tableau 1 – Niveaux de performance [IEC 62888-1:2018, Tableau 1]

| Niveaux | Description | Notes |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niveau 1 | Niveau de mesure de la consommation d'énergie à bord pour des applications telles que la gestion de l'énergie, les économies d'énergie, la facturation, etc. | Il s'agit du seul niveau applicable pour la facturation. |
| Niveau 2 | Niveau de mesure de la consommation d'énergie à bord pour des applications telles que la gestion de l'énergie, les économies d'énergie, l'évaluation comparative entre fournisseurs ou exploitants ferroviaires et autres. Ce niveau n'est pas applicable pour la facturation. | Le Niveau 2 s'applique lorsque les exigences de précision doivent être relevées à des valeurs équivalentes à celles du Niveau 1 dans le cadre d'un accord entre les Parties à des fins de comparaison ou d'évaluation comparative sur le plan international. |
| Niveau 3 | Niveau pour la mesure journalière de l'énergie, par exemple: recherche et développement techniques. Ce niveau n'est pas applicable pour la facturation. | <ul style="list-style-type: none"> – Sur la base des demandes des utilisateurs. – Les performances de mesure et les conditions de service peuvent être moins strictes que le Niveau 1. <p>La puissance et l'énergie sont calculées sur la base des données de tension et de courant acquises à partir des capteurs existants installés dans les systèmes de convertisseurs, etc.</p> |

2 Références normatives

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

IEC 60044-8, *Instrument transformers – Part 8: Electronic current transformers* (disponible en anglais uniquement)

IEC 60850:2014, *Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des réseaux de traction*

IEC 61287-1, *Applications ferroviaires – Convertisseurs de puissance embarqués sur le matériel roulant – Partie 1: Caractéristiques et méthodes d'essai*

IEC 62236-3-2, *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 3-2: Matériel roulant – Appareils*

IEC 62313:2009, *Applications ferroviaires – Alimentation électrique et matériel roulant – Critères techniques pour la coordination entre le système d'alimentation (sous-station) et le matériel roulant*

IEC 62497-1, *Applications ferroviaires – Coordination de l'isolement – Partie 1: Exigences fondamentales – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite pour tout matériel électrique et électronique*

IEC 62625-1, *Matériel électronique ferroviaire – Système embarqué d'enregistrement de données de conduite – Partie 1: Spécification du système*

IEC 62888-1:2018, *Applications ferroviaires – Mesure d'énergie à bord des trains – Partie 1: Généralités*

IEC 62888-2:2018, *Applications ferroviaires – Mesure d'énergie à bord des trains – Partie 2: Mesure d'énergie*

IEC 62888-3:2018, *Applications ferroviaires – Mesure d'énergie à bord des trains – Partie 3: Traitement des données*

IEC 62888-4:2018, *Applications ferroviaires – Mesure d'énergie à bord des trains – Partie 4: Communications*

IEC 62888-5:2018, *Applications ferroviaires – Mesure d'énergie à bord des trains – Partie 5: Essai de conformité*