



IEC 63376

Edition 1.0 2023-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Industrial facility energy management system (FEMS) – Functions and information flows

Système de gestion d'énergie des installations industrielles (FEMS) – Fonctions et flux d'informations

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 03.100.70

ISBN 978-2-8322-7112-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms, definitions, and abbreviated terms	10
3.1 Terms and definitions.....	11
3.2 Abbreviated terms.....	12
4 General	13
4.1 Energy management activities in Industrial Facilities.....	13
4.2 Hierarchical structure of enterprise manufacturing system	14
4.2.1 Levels of manufacturing enterprises and the activities	14
4.3 Energy management system in a manufacturing enterprise.....	15
4.4 Role of FEMS and its expansion	16
4.4.1 Role of FEMS	16
4.4.2 Expansion of the role of FEMS	16
4.4.3 International standardization.....	17
4.5 Relation between FEMS and other systems	18
4.5.1 Relation between FEMS and other systems	18
4.5.2 FEMS and production system	18
4.5.3 Management and optimization	21
4.6 Information exchange.....	21
4.6.1 System boundary.....	21
4.6.2 Inside and outside of the facility.....	22
4.7 Data confidentiality	23
4.7.1 General	23
4.7.2 Information security	24
5 Description of functions of FEMS.....	24
5.1 Category of functions of FEMS.....	24
5.2 Monitoring Data Flows	27
5.2.1 General	27
5.2.2 Collection of actual and reference data.....	28
5.2.3 Collection of manufacturing planning information and facility status.....	29
5.3 Analysis Data Flows.....	30
5.3.1 General	30
5.3.2 Assumption for unmeasured parameters.....	31
5.3.3 Change detection in energy performance.....	32
5.3.4 Estimation of causality.....	32
5.3.5 Analysis of potential energy saving.....	33
5.4 Optimization Data Flows	34
5.4.1 General	34
5.4.2 Validation of operation strategy and constraints.....	35
5.4.3 Derivation of operation strategy	36
5.5 Instruction Data Flows	36
5.5.1 General	36
5.5.2 Report optimisation results to operator/energy manager	37
5.5.3 Output operation strategies to other systems.....	38

- 6 Classification of FEMS 38
- 7 FEMS Demand Response..... 43
 - 7.1 Demand Response..... 43
 - 7.2 FEMS and Incentive-based Demand Response..... 44
 - 7.3 FEMS and Price-based Demand Response..... 44
- Annex A (informative) FEMS Use Cases 47
 - A.1 FEMS Actors..... 47
 - A.2 Use cases of FEMS 49
 - A.2.1 General 49
 - A.2.2 Selection of Use cases 49
 - A.2.3 Measurement and analysis of energy data (Visualization)..... 50
 - A.2.4 Optimization of each unit 51
 - A.2.5 Optimization of each facility 53
 - A.2.6 Optimization of energy supply facility..... 55
 - A.2.7 Overall optimization 58
 - A.2.8 Energy Source optimization – Economics/renewables..... 60
 - A.2.9 Energy Profile..... 63
- Annex B (informative) Interface to exchange information for FEMS 66
 - B.1 Energy Storage System (ESS) 66
 - B.2 Peak shift..... 67
 - B.3 Peak shaving 68
 - B.4 Other Functions 69
 - B.4.1 General 69
 - B.4.2 Battery operating time forecast 69
 - B.4.3 Battery life monitoring..... 69
 - B.4.4 Function update..... 69
- Bibliography..... 70

- Figure 1 – Characteristic feature of HEMS, BEMS, and FEMS 13
- Figure 2 – Functional hierarchy..... 14
- Figure 3 – Extension to the role-based equipment hierarchy model..... 15
- Figure 4 – System configuration of integration of multiple FEMS 16
- Figure 5 – Expansion of role of FEMS 17
- Figure 6 – Relationship between FEMS and other systems 18
- Figure 7 – Hierarchical model of production system 20
- Figure 8 – Multiple-input, Multiple-output controller 20
- Figure 9 – Hierarchical structure of integrated enterprise-production system..... 22
- Figure 10 – Example of Information exchange with inside and outside of the facility 23
- Figure 11 – IEC 62443 Security for industrial automation and control systems standards..... 24
- Figure 12 – Categories of FEMS functions and improvement cycle of energy performance 25
- Figure 13 – Relationship among functions of FEMS and other systems..... 27
- Figure 14 – Functions categorized under “Monitoring” and FEMS related data flow..... 28
- Figure 15 – Functions categorized under “Analysis” and FEMS related data flow 31
- Figure 16 – Functions categorized under “Optimization” and FEMS related data flow..... 35

Figure 17 – Functions categorized under “Instruction” and FEMS related data flow.....	37
Figure 18 – Three-dimensional map of FEMS	40
Figure 19 – General approach common today for grid management of demand response.....	44
Figure 20 – Correspondence relationship among these seven FCs and FEMS functions	45
Figure A.1 – Generic communication diagram between the smart grid and the FEMS	47
Figure A.2 – Use Case representation on three-dimensional FEMS model	49
Figure A.3 – Relationship between IEC 62264 (ISA 95) model and FEMS use-cases	50
Figure A.4 – Measurement and analysis of energy data	50
Figure A.5 – Sequence diagram of measurement and analysis of energy data	51
Figure A.6 – Optimization of each unit (inverter control of compressor).....	52
Figure A.7 – Sequence diagram of Optimization of each unit (inverter control of compressor).....	53
Figure A.8 – Optimization of each facility (quantity control of compressor).....	54
Figure A.9 – Sequence diagram of optimization of each facility (quantity control of compressor).....	55
Figure A.10 – Optimization of energy supply facility (supply-side RENKEI)	56
Figure A.11 – Sequence diagram of optimization of energy supply facility (supply-side RENKEI).....	57
Figure A.12 – Overall optimization (demand and supply RENKEI).....	58
Figure A.13 – Sequence diagram of overall optimization (demand and supply RENKEI).....	59
Figure A.14 – Alternative energy sources.....	61
Figure A.15 – Sequence diagram for energy source optimization	62
Figure A.16 – Alternative energy profiles	64
Figure A.17 – Sequence diagram for energy profile optimization	65
Figure B.1 – Signal exchange diagram of the ESS and FEMS	67
Figure B.2 – Energy flow during peak shift.....	68
Figure B.3 – Peak shaving energy flow	68
Table 1 – Description for FEMS function categories.....	25
Table 2 – Data input and output of FEMS functions categorized into “Monitoring”	27
Table 3 – Data input and output of FEMS functions categorized into “Analysis”	30
Table 4 – Data input and output of FEMS functions categorized into “Optimization”	34
Table 5 – Data input and output of FEMS functions categorized into “Instruction”	36
Table 6 – Description of “Automation levels”	39
Table 7 – Relation between the level of automation and function	41
Table 8 – Relationship between the FCs in IEC 62872-2 [2] and the functions of FEMS.....	46
Table A.1 – Actors and roles.....	47
Table A.2 – Functions included in a Process (Measurement and analysis of energy data).....	51
Table A.3 – Functions included in a Process (optimization of each unit (inverter control of compressor)	53
Table A.4 – Functions included in a process (optimization of each facility (quantity control of compressor)	55
Table A.5 – Functions included in a process (optimization of energy supply facility (Supply-side RENKEI)) Function	57

Table A.6 – Functions included in a process (overall optimization (demand and supply RENKEI))..... 60

Table A.7 – Functions included in an energy optimization process 62

Table A.8 – Functions included in an Energy Profiles Optimization Process 65

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL FACILITY ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (FEMS) –
FUNCTIONS AND INFORMATION FLOWS**

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 63376 has been prepared by IEC technical committee TC 65: Industrial-process measurement, control and automation.

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

Draft	Report on voting
65/995/FDIS	65/1014/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.

The language used for the development of this International Standard is English.

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

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

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

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

INTRODUCTION

The world's energy use has been increasing along with economic growth. Energy use by Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) countries is no longer increasing. According to World Energy Outlook 2020 [3], energy demand in OECD countries has been on a declining trend since 2007 with continued increase of their gross domestic product. On the other hand, energy use in developing countries has been increasing in both growth rate and value. Energy use by the industry sector is more than 50 % of the total consumption and it is forecast to increase by about 10% between 2018 and 2030. Although the rate of increasing energy demand is lower than the rate in the report published in 2012, this increase causes serious concerns for environmental impact and presents opportunities for energy management. To control global warming, the energy from renewable resources will be increasing globally. It is expected that the share of renewable energy to total demand will increase from about 30 % in 2019 to about 40 % in 2030. Outputs of renewable energy resources such as solar photovoltaics and wind etc. require power regulation to manage integration with the overall grid. Industrial facilities are major energy consumers and, also major energy generators. Therefore, the industrial sector is expected to play a significant role to satisfy the power regulations for the smart grid using renewable energy for decarbonization. Consequently, it is quite urgent for the industrial sector to deploy energy management systems to improve the energy efficiency to support the decarbonization of society.

Energy management in the manufacturing industries is linked to production and depending on the industry it can have a very wide range of requirements. To date, energy management systems have been custom developed for/by each company and then enhanced based on practical experiences thus further customizing them. Therefore, there are many different EMS for each organization. As coordination between related organizations becomes necessary for the optimal operation of each facility, the functions of an industrial Facility Energy Management System (FEMS) are required to be standardized to realize the benefits of making better use of the available energy within and across enterprises and organizations.

Production systems have a hierarchical layered structure such as Enterprise Resource Planning (ERP), Manufacturing Operations Management (MOM) / Manufacturing Execution Systems (MES) and Control. FEMS may have been installed parallel to each layer of the production system to communicate with them. As the production system is integrated for overall optimization, expanding the boundary of FEMS for the horizontal and/or vertical integration of FEMS is also required to have an input to that integrated production system structure.

For overall optimization, the production system executes under the multiple constraints such as safety, cost, quality of products, production schedule, market requirement, energy, and others particular to the industry and application. These multiple constraints are prioritized according to the business situation and used as the objective functions for optimization. Due to the complexity and continuous variability of practical operation conditions, the objective functions for optimization, in most cases, are set to the production system manually by an experienced engineer or operator who has deep knowledge of the operation. FEMS have been supporting those people by providing necessary information for their decision-making processes during the operation.

As a FEMS needs to collect energy related information from many kinds of production systems, MOM/MES and ERP, the volume of information has been increasing extensively. It is necessary to clarify the necessary information and functions for energy management. It is also necessary to automate the execution processes of functions of FEMS including the decision-making processes for optimization as possible.

Automation technologies including modelling, simulation, Artificial Intelligence (AI), and others enable automating the process for optimization thus reducing manual operation / intervention. FEMS provide necessary functions and information for the above-mentioned optimization.

FEMS functions need to be defined as an international standard to improve interconnectivity between the FEMS and other related systems. This document proposes to define the functions, information flows and classification of FEMS based on the level of achievement of FEMS capabilities. The level of automation of FEMS functions will be one factor to define the classification. The level will provide management with a motivation and path for a stepwise progression through the classification. The resulting FEMS standard increases the sophistication of control in industrial complexes and processes so that improved optimization of facility operations can be obtained. Furthermore, the information exchange among FEMS and other systems such as MOM/MES and ERP will be defined for the integration.

International standardization will benefit both end users and suppliers of FEMS.

INDUSTRIAL FACILITY ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (FEMS) – FUNCTIONS AND INFORMATION FLOWS

1 Scope

This International Standard specifies the functions and the information flows of industrial Facility Energy Management System (FEMS). Generic functions are defined for the FEMS, to enable upgrading traditional Energy Management System (EMS) from visualization of the status of energy consumption to automation of energy management defining a closer relation with other management and control systems. A generic method to classify the FEMS functions will be explained. The information exchange between the FEMS and other systems such as Manufacturing Operations Management (MOM), Manufacturing Execution System (MES) and Enterprise Resource Planning (ERP) will be outlined.

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 62264 (all parts), *Enterprise-control system integration*

IEC/TS 62872-1:2019, *Industrial-process measurement, control and automation – Part 1: System interface between industrial facilities and the smart grid*

IEC/TR 62837:2013, *Energy efficiency through automation systems*

ISO 22400-1:2014, *Automation systems and integration – Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management – Part 1: Overview, concepts and terminology*

ISO 22400-2:2014/AMD1:2017, *Automation systems and integration – Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management – Part 2: Definitions and descriptions – Amendment 1: Key performance indicators for energy management*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	76
INTRODUCTION.....	78
1 Domaine d'application	80
2 Références normatives.....	80
3 Termes et définitions et abréviations	80
3.1 Termes et définitions	81
3.2 Abréviations.....	82
4 Généralités.....	83
4.1 Activités de gestion d'énergie dans les installations industrielles	83
4.2 Structure hiérarchique d'un système de fabrication d'entreprise.....	84
4.2.1 Niveaux des entreprises manufacturières et des activités	84
4.3 Système de gestion d'énergie dans une entreprise manufacturière	85
4.4 Rôle du FEMS et son extension	86
4.4.1 Rôle du FEMS	86
4.4.2 Extension du rôle du FEMS	87
4.4.3 Normalisation internationale	87
4.5 Relation entre le FEMS et les autres systèmes	88
4.5.1 Relation entre le FEMS et les autres systèmes.....	88
4.5.2 FEMS et système de production	89
4.5.3 Gestion et optimisation	91
4.6 Échange d'informations.....	91
4.6.1 Frontière du système	91
4.6.2 À l'intérieur et à l'extérieur de l'installation	93
4.7 Confidentialité des données	94
4.7.1 Généralités.....	94
4.7.2 Sécurité de l'information	95
5 Description des fonctions du FEMS	96
5.1 Catégories de fonctions du FEMS.....	96
5.2 Flux de données de la catégorie "Surveillance".....	98
5.2.1 Généralités.....	98
5.2.2 Collecte des données actuelles et de référence.....	99
5.2.3 Collecte d'informations relatives à la planification de la fabrication et de l'état de l'installation.....	100
5.3 Flux de données de la catégorie "Analyse"	101
5.3.1 Généralités.....	101
5.3.2 Hypothèse concernant les paramètres non mesurés.....	103
5.3.3 Détection d'une variation de la performance énergétique.....	103
5.3.4 Estimation de la causalité.....	104
5.3.5 Analyse de l'économie d'énergie potentielle	105
5.4 Flux de données de la catégorie "Optimisation"	106
5.4.1 Généralités.....	106
5.4.2 Validation de la stratégie d'exploitation et des contraintes.....	107
5.4.3 Élaboration de la stratégie d'exploitation	108
5.5 Flux de données de la catégorie "Instruction".....	108
5.5.1 Généralités.....	108
5.5.2 Transmission des résultats de l'optimisation à l'opérateur/au responsable énergie	109

5.5.3	Communication des stratégies d'exploitation à d'autres systèmes	110
6	Classification du FEMS.....	111
7	Réponse à la demande du FEMS.....	116
7.1	Réponse à la demande	116
7.2	FEMS et réponse à la demande fondée sur les incitations	117
7.3	FEMS et réponse à la demande fondée sur le prix	117
Annexe A (informative)	Cas d'utilisation du FEMS	120
A.1	Acteurs du FEMS.....	120
A.2	Cas d'utilisation du FEMS	122
A.2.1	Généralités	122
A.2.2	Sélection des cas d'utilisation.....	123
A.2.3	Mesure et analyse des données énergétiques (visualisation).....	124
A.2.4	Optimisation de chaque unité.....	126
A.2.5	Optimisation de chaque installation	127
A.2.6	Optimisation de l'installation d'approvisionnement énergétique.....	129
A.2.7	Optimisation globale	132
A.2.8	Optimisation des sources d'énergie – économie/sources renouvelables.....	135
A.2.9	Profil énergétique	138
Annexe B (informative)	Interface d'échange d'informations pour le FEMS	141
B.1	Système de stockage de l'énergie (ESS)	141
B.2	Décalage de pic	142
B.3	Écrêtage de pic.....	143
B.4	Autres fonctions	144
B.4.1	Généralités	144
B.4.2	Prévision de l'autonomie des batteries.....	144
B.4.3	Surveillance de la durée de vie des batteries.....	144
B.4.4	Mise à jour de fonction	144
Bibliographie.....		145
Figure 1	– Caractéristiques des systèmes HEMS, BEMS et FEMS	83
Figure 2	– Hiérarchie fonctionnelle.....	84
Figure 3	– Extension du modèle hiérarchique du matériel à base de rôles	85
Figure 4	– Configuration d'intégration de plusieurs FEMS	86
Figure 5	– Extension du rôle du FEMS	87
Figure 6	– Relations entre le FEMS et les autres systèmes.....	88
Figure 7	– Modèle hiérarchique d'un système de production	90
Figure 8	– Régulateur à entrées multiples, sorties multiples.....	91
Figure 9	– Structure hiérarchique du système intégré de production d'entreprise	93
Figure 10	– Exemple d'échange d'informations avec l'intérieur et l'extérieur de l'installation	94
Figure 11	– Normes relatives à la sécurité des systèmes d'automatisation et de commande industrielles (IACS) de l'IEC 62443	95
Figure 12	– Catégories de fonctions du FEMS et cycle d'amélioration de la performance énergétique	96
Figure 13	– Relations entre les fonctions du FEMS et les autres systèmes	98
Figure 14	– Fonctions classées dans la catégorie "Surveillance" et flux de données associés du FEMS	99

Figure 15 – Fonctions classées dans la catégorie "Analyse" et flux de données liées au FEMS.....	102
Figure 16 – Fonctions classées dans la catégorie "Optimisation" et flux de données associés du FEMS	107
Figure 17 – Fonctions classées dans la catégorie "Instruction" et flux de données liés au FEMS.....	109
Figure 18 – Carte tridimensionnelle du FEMS	113
Figure 19 – Approche générale commune à ce jour pour la gestion de la réponse à la demande du réseau	117
Figure 20 – Relation de correspondance entre ces sept FC et les fonctions du FEMS	119
Figure A.1 – Diagramme de communication générique entre le réseau intelligent et le FEMS	120
Figure A.2 – Représentation des cas d'utilisation sur le modèle tridimensionnel du FEMS	123
Figure A.3 – Relations entre le modèle de l'IEC 62264 (ISA 95) et les cas d'utilisation du FEMS.....	124
Figure A.4 – Mesure et analyse des données énergétiques.....	124
Figure A.5 – Diagramme de séquence de mesure et d'analyse des données énergétiques.....	125
Figure A.6 – Optimisation de chaque unité (commande de compresseur par onduleur)	126
Figure A.7 – Diagramme de séquence d'optimisation de chaque unité (commande de compresseur par onduleur)	127
Figure A.8 – Optimisation de chaque installation (commande de compresseur par quantité)	128
Figure A.9 – Diagramme de séquence d'optimisation de chaque installation (commande de compresseur par quantité)	129
Figure A.10 – Optimisation de l'installation d'approvisionnement énergétique (RENKEI côté offre)	130
Figure A.11 – Diagramme de séquence d'optimisation de l'installation d'approvisionnement énergétique (RENKEI côté offre)	131
Figure A.12 – Optimisation globale (RENKEI de l'offre et de la demande).....	132
Figure A.13 – Diagramme de séquence d'optimisation globale (RENKEI de l'offre et de la demande).....	134
Figure A.14 – Sources d'énergie alternatives	136
Figure A.15 – Diagramme de séquence d'optimisation des sources d'énergie	137
Figure A.16 – Profils d'énergies alternatives	139
Figure A.17 – Diagramme de séquence d'optimisation du profil énergétique	140
Figure B.1 – Diagramme d'échange de signaux de l'ESS et du FEMS.....	142
Figure B.2 – Flux d'énergie pendant un décalage de pic	143
Figure B.3 – Flux d'énergie pendant un écrêtage de pic.....	143
Tableau 1 – Description des catégories de fonctions du FEMS	96
Tableau 2 – Données d'entrée et de sortie des fonctions du FEMS classées dans la catégorie "Surveillance"	99
Tableau 3 – Entrée et sortie de données des fonctions du FEMS classées dans la catégorie "Analyse".....	102
Tableau 4 – Données d'entrée et de sortie des fonctions du FEMS classées dans la catégorie "Optimisation".....	106

Tableau 5 – Données d'entrée et de sortie des fonctions du FEMS classées dans la catégorie "Instruction"	109
Tableau 6 – Description des "niveaux d'automatisation"	111
Tableau 7 – Relation entre le niveau d'automatisation et la fonction	113
Tableau 8 – Relations entre les FC de l'IEC 62872-2 [2] et les fonctions du FEMS	119
Tableau A.1 – Acteurs et rôles	121
Tableau A.2 – Fonctions incluses dans un processus (Mesure et analyse des données énergétiques).....	125
Tableau A.3 – Fonctions incluses dans un processus (Optimisation de chaque unité (commande de compresseur par onduleur))	127
Tableau A.4 – Fonctions incluses dans un processus (Optimisation de chaque installation (commande de compresseur par quantité))	129
Tableau A.5 – Fonctions incluses dans un processus (Optimisation de l'installation d'approvisionnement énergétique (RENKEI côté offre))	132
Tableau A.6 – Fonctions incluses dans un processus (Optimisation globale (RENKEI de l'offre et de la demande))	134
Tableau A.7 – Fonctions incluses dans un processus d'optimisation de l'énergie	137
Tableau A.8 – Fonctions incluses dans un processus d'optimisation des profils énergétiques	140

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈME DE GESTION D'ÉNERGIE DES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES (FEMS) – FONCTIONS ET FLUX D'INFORMATIONS

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 63376 a été établie par le comité d'études CE 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

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

Projet	Rapport de vote
65/995/FDIS	65/1014/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 internationale.

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

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

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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

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

INTRODUCTION

La croissance économique s'accompagne d'une hausse de la consommation d'énergie dans le monde. En revanche, la consommation d'énergie des pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) n'augmente plus. D'après le Panorama 2020 de l'énergie mondiale [3], la demande énergétique dans les pays de l'OCDE décline depuis 2007 avec une augmentation continue de leur produit intérieur brut. D'autre part, la consommation d'énergie dans les pays en développement a progressé à la fois en matière de taux de croissance et de valeur. L'énergie consommée par le secteur industriel représente plus de 50 % de la consommation totale et elle devrait augmenter d'environ 10 % entre 2018 et 2030. Bien que le taux de croissance de la demande énergétique soit inférieur à celui indiqué dans le rapport publié en 2012, cette augmentation suscite de vives inquiétudes quant à l'impact environnemental et présente des opportunités en matière de gestion de l'énergie. Pour maîtriser le réchauffement climatique, les énergies issues de ressources renouvelables augmenteront à l'échelle mondiale. La part des énergies renouvelables par rapport à la demande totale passera d'environ 30 % en 2019 à près de 40 % en 2030. Les extrants des sources d'énergie renouvelables telles que le photovoltaïque solaire, l'éolien, etc., exigent une régulation de puissance afin de gérer l'intégration dans le réseau global. Les installations industrielles sont les principaux consommateurs d'énergie, mais aussi les principaux producteurs d'énergie. Il est donc attendu du secteur industriel qu'il joue un rôle prépondérant pour satisfaire aux réglementations de puissance du réseau intelligent en utilisant des énergies renouvelables pour la décarbonatation. Par conséquent, il est très urgent que le secteur industriel déploie des systèmes de gestion d'énergie visant à améliorer le rendement énergétique pour soutenir la décarbonatation de la société.

La gestion de l'énergie dans les industries manufacturières est liée à la production et, selon l'industrie, l'éventail des exigences à satisfaire peut être très large. À ce jour, des systèmes de gestion d'énergie ont été développés sur mesure pour/par chaque entreprise, puis améliorés sur la base d'expériences pratiques, ce qui a permis de les personnaliser davantage. Il existe donc de nombreux EMS différents pour chaque organisme. Comme la coordination entre organismes apparentés devient nécessaire pour le fonctionnement optimal de chaque installation, les fonctions d'un système de gestion d'énergie de l'installation industrielle (FEMS) doivent être normalisées afin d'exploiter les bénéfices d'une meilleure utilisation des énergies disponibles au sein des entreprises et entre les organismes.

Les systèmes de production ont une structure hiérarchique organisée en plusieurs couches telles que Planification des ressources de l'entreprise (ERP), Gestion des opérations de fabrication (MOM) / Systèmes d'exécution de la fabrication (MES) et Contrôle. Un FEMS peut avoir été installé parallèlement à chaque couche du système de production à des fins de communication. Comme le système de production est intégré pour une optimisation globale, une extension de la frontière du FEMS pour l'intégration horizontale et/ou verticale du FEMS est également exigée afin d'accéder à cette structure de système de production intégrée.

Pour l'optimisation globale, l'exécution du système de production est soumise à des contraintes multiples telles que la sécurité, le coût, la qualité des produits, le calendrier de production, les exigences du marché, l'énergie et d'autres aspects spécifiques à l'industrie et à l'application. Ces multiples contraintes sont hiérarchisées en fonction de la situation commerciale et utilisées comme fonctions objectifs pour l'optimisation. Étant donné la complexité et la variabilité continue des conditions de fonctionnement pratiques, les fonctions objectifs pour l'optimisation, dans la plupart des cas, sont manuellement définies dans le système de production par un ingénieur ou un opérateur expérimenté qui a une connaissance approfondie de l'opération concernée. Les FEMS assistent ces personnes en leur fournissant les informations nécessaires à leurs processus décisionnels pendant l'opération.

Comme un FEMS a besoin de collecter des informations liées à l'énergie dans de nombreux types de systèmes de production, MOM/MES et ERP, le volume d'informations a considérablement augmenté. Il est nécessaire de clarifier les informations et les fonctions nécessaires à la gestion de l'énergie. Il est également nécessaire d'automatiser les processus d'exécution des fonctions du FEMS, y compris les processus décisionnels, si possible en vue d'une optimisation.

Les technologies d'automatisation qui incluent la modélisation, la simulation, l'Intelligence Artificielle (IA) et autres, permettent d'automatiser le processus d'optimisation, en réduisant ainsi les opérations/interventions manuelles. Les FEMS fournissent les fonctions et informations nécessaires à l'optimisation susmentionnée.

Il est nécessaire de définir les fonctions des FEMS dans le cadre d'une Norme internationale afin d'améliorer l'interconnectivité entre les FEMS et les autres systèmes associés. Le présent document propose de définir les fonctions, les flux d'informations et la classification des FEMS en fonction du niveau de réalisation des capacités des FEMS. Le niveau d'automatisation des fonctions des FEMS sera un facteur permettant de définir la classification. Le niveau fournira à la direction une motivation et une voie de progression échelonnée à travers la classification. La norme résultante relative aux FEMS accroît la complexité du contrôle dans les processus et les complexes industriels de manière à pouvoir améliorer l'optimisation de l'exploitation des installations. De plus, l'échange d'informations entre le FEMS et d'autres systèmes tels que MOM/MES et ERP sera défini en vue de l'intégration.

La normalisation internationale bénéficiera à la fois aux utilisateurs finaux et aux fournisseurs de FEMS.

SYSTÈME DE GESTION D'ÉNERGIE DES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES (FEMS) – FONCTIONS ET FLUX D'INFORMATIONS

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les fonctions et les flux d'informations d'un système de gestion d'énergie d'une installation industrielle (FEMS). Des fonctions génériques sont définies pour le FEMS, afin de permettre la mise à niveau du traditionnel système de gestion d'énergie (SME) depuis la visualisation de l'état de la consommation d'énergie jusqu'à l'automatisation de la gestion d'énergie, en définissant une relation plus étroite avec d'autres systèmes de gestion et de commande. Une méthode générique sera expliquée pour classer les fonctions du FEMS. L'échange d'informations entre le FEMS et d'autres systèmes tels que la gestion des opérations de fabrication (MOM), les systèmes d'exécution de fabrication (MES) et la planification des ressources de l'entreprise (ERP), sera décrit.

2 Références normatives

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

IEC 62264 (toutes les parties), *Intégration des systèmes entreprise-contrôle*

IEC/TS 62872-1:2019, *Industrial-process measurement, control and automation – Part 1: System interface between industrial facilities and the smart grid (disponible en anglais seulement)*

IEC/TR 62837:2013, *Energy efficiency through automation systems* (disponible en anglais seulement)

ISO 22400-1:2014, *Systèmes d'automatisation et intégration – Indicateurs de la performance clé pour le management des opérations de fabrication – Partie 1: Aperçu, concepts et terminologie*

ISO 22400-2:2014/AMD1:2017, *Systèmes d'automatisation et intégration – Indicateurs de la performance clé pour le management des opérations de fabrication – Partie 2: Définitions et descriptions – Amendement 1: Indicateurs de la performance clé pour le management de l'énergie*