



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

## Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 456: Solved power system state profiles

## Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) – Partie 456: Profils d'état de réseaux électriques résolus

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

W

ICS 33.200

ISBN 978-2-83220-756-7

**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 .....	4
INTRODUCTION .....	6
1 Scope .....	7
2 Normative references .....	7
3 Profile information .....	8
4 Overview .....	8
5 Use cases .....	9
5.1 General .....	9
5.2 EMS state estimation .....	9
5.3 ENTSO-E Process: Day-ahead congestion forecast .....	10
5.4 System planning studies process .....	11
5.5 Harmonization of planning and operations models .....	12
6 Architecture .....	12
6.1 General .....	12
6.2 Profile architecture .....	12
6.3 Profiles and datasets for EMS network analysis .....	15
6.4 Profiles and datasets in a planning power flow .....	16
6.5 Model authority sets and instance level data modularization .....	17
6.5.1 General .....	17
6.5.2 EMS instance modularization .....	17
6.5.3 Planning instance modularization .....	18
6.6 Principles of instance modularization .....	19
7 Applying the standard to business problems .....	21
7.1 EMS network analysis integration with external consumers .....	21
7.2 Planning network analysis integration with external consumers .....	23
8 Data model with CIMXML examples .....	24
8.1 Measurement interfaces 2 and 3 .....	24
8.2 Topology interface 4 .....	24
8.3 State variables interfaces 5a and 5b state estimation .....	26
9 Topology profile .....	30
9.1 General .....	30
9.2 Concrete classes .....	30
9.2.1 Terminal .....	30
9.2.2 TopologicalNode .....	31
9.3 Abstract classes – IdentifiedObject .....	31
10 StateVariables profile .....	32
10.1 General .....	32
10.2 Concrete classes .....	32
10.2.1 TopologicalIsland .....	32
10.2.2 SvInjection .....	32
10.2.3 SvPowerFlow .....	33
10.2.4 SvShortCircuit .....	33
10.2.5 SvShuntCompensatorSections .....	33
10.2.6 SvTapStep .....	34
10.2.7 SvVoltage .....	34

10.3 Abstract classes .....	34
10.3.1 StateVariable.....	34
10.3.2 ActivePower .....	34
10.3.3 AngleRadians .....	35
10.3.4 ApparentPower.....	35
10.3.5 ReactivePower .....	35
10.3.6 Voltage.....	35
Bibliography.....	36
Figure 1 – TSO sends a case to be merged with the overall model .....	11
Figure 2 – Profile relationships .....	13
Figure 3 – Instance example of the CIM connectivity model .....	14
Figure 4 – EMS datasets by CIM profiles .....	15
Figure 5 – Planning power flow datasets by CIM profile .....	16
Figure 6 – State estimation case sequence.....	17
Figure 7 – Instance modularization applied in an EMS .....	18
Figure 8 – Instance modularization applied to planning power flow models .....	19
Figure 9 – Model merge process.....	20
Figure 10 – EMS datasets to an external client .....	21
Figure 11 – EMS boundary dataset example .....	22
Figure 12 – Bus-branch Integration architecture.....	23
Figure 13 – Bus-branch modeling of bus coupler and line transfer .....	23
Figure 14 – CIM topology model .....	24
Figure 15 – Topology solution interface .....	25
Figure 16 – CIM state variable solution model.....	27
Figure 17 – State solution interface example .....	29
Table 1 – Profiles defined in this document.....	8

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ENERGY MANAGEMENT SYSTEM APPLICATION  
PROGRAM INTERFACE (EMS-API) –**

**Part 456: Solved power system state profiles**

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 61970-456 has been prepared by IEC technical committee 57: Power systems management and associated information exchange.

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

FDIS	Report on voting
57/1327/FDIS	57/1342/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 61970 series, under the general title: *Energy management system application program interface (EMS-API)*, can be found on the IEC website.

This is a preview of "IEC 61970-456 Ed. 1....". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

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

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

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

## INTRODUCTION

This standard is one of several parts of the IEC 61970 series that defines common information model (CIM) datasets exchanged between application programs in energy management systems (EMS).

The IEC 61970-3xx series of documents specify the common information model (CIM). The CIM is an abstract model that represents the objects in an electric utility enterprise typically needed to model the operational aspects of a utility.

This standard is one of the IEC 61970-4xx series of component interface standards that specify the semantic structure of data exchanged between components (or applications) and/or made publicly available data by a component. This standard describes the payload that would be carried if applications are communicating via a messaging system, but the standard does not include the method of exchange, and therefore is applicable to a variety of exchange implementations. This standard assumes and recommends that the exchanged data is formatted in XML based on the resource description framework (RDF) schema as specified in 61970-552 CIM XML model exchange standard.

IEC 61970-456 specifies the profiles (or subsets) of the CIM required to describe a steady-state solution of a power system case, such as is produced by power flow or state estimation applications. It describes the solution with reference to a power system model that conforms to IEC 61970-452 in this series of related standards. (Thus solution data does not repeat the power system model information.) IEC 61970-456 is made up of several component profiles that describe: topology derived from switch positions, measurement input (in the case of state estimation), and the solution itself.

## ENERGY MANAGEMENT SYSTEM APPLICATION PROGRAM INTERFACE (EMS-API) –

### Part 456: Solved power system state profiles

#### 1 Scope

This part of IEC 61970 belongs to the IEC 61970-450 to IEC 61970-499 series that, taken as a whole, defines at an abstract level the content and exchange mechanisms used for data transmitted between control centers and/or control center components.

The purpose of this part of IEC 61970 is to rigorously define the subset of classes, class attributes, and roles from the CIM necessary to describe the result of state estimation, power flow and other similar applications that produce a steady-state solution of a power network, under a set of use cases which are included informatively in this standard.

This standard is intended for two distinct audiences, data producers and data recipients, and may be read from those two perspectives. From the standpoint of model export software used by a data producer, the standard describes how a producer may describe an instance of a network case in order to make it available to some other program. From the standpoint of a consumer, the standard describes what that importing software must be able to interpret in order to consume solution cases.

There are many different use cases for which use of this standard is expected and they differ in the way that the standard will be applied in each case. Implementers should consider what use cases they wish to cover in order to know the extent of different options they must cover. As an example, this standard will be used in some cases to exchange starting conditions rather than solved conditions, so if this is an important use case, it means that a consumer application needs to be able to handle an unsolved state as well as one which has met some solution criteria.

#### 2 Normative references

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

IEC 61970-452, *Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) – Part 452: CIM Static Transmission Network Model Profiles*<sup>1</sup>

IEC 61970-453, *Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) – Part 453: Diagram Layout Profile*

IEC 61970-552, *Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) – Part 552: CIM XML Model Exchange Format*<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> To be published.

<sup>2</sup> To be published.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	40
INTRODUCTION .....	42
1 Domaine d'application .....	43
2 Références normatives .....	43
3 Informations de profil .....	44
4 Vue d'ensemble .....	44
5 Cas d'utilisation .....	45
5.1 Généralités .....	45
5.2 Estimation d'état de l'EMS .....	45
5.3 Processus de l'ENTSO-E: Prédiction de congestion à J – 1 (day-ahead congestion forecast) .....	47
5.4 Processus d'étude de planification de système .....	49
5.5 Harmonisation des modèles de planification et d'exploitation .....	49
6 Architecture .....	50
6.1 Généralités .....	50
6.2 Architecture de profil .....	50
6.3 Profils et datasets pour analyse de réseau EMS .....	53
6.4 Profils et datasets dans un calcul de répartition de planification .....	54
6.5 Ensembles d'autorités de modèle (model authority set) et modularisation des données au niveau instance .....	56
6.5.1 Généralités .....	56
6.5.2 Modularisation d'instance d'EMS .....	56
6.5.3 Modularisation d'instance de planification .....	58
6.6 Principes de la modularisation d'instance .....	59
7 Application de la norme aux problèmes métier .....	61
7.1 Intégration d'analyse de réseau d'EMS avec des clients externes .....	61
7.2 Intégration d'analyse de réseau de planification avec des clients externes .....	64
8 Modèle de données avec exemples de CIMXML .....	65
8.1 Interfaces de mesure 2 et 3 .....	65
8.2 Interface de topologie 4 .....	66
8.3 Estimation d'état des variables d'interface d'état 5a et 5b .....	68
9 Profil de «topology» (de topologie) .....	72
9.1 Généralités .....	72
9.2 Classes concrètes .....	72
9.2.1 Terminal .....	72
9.2.2 TopologicalNode .....	73
9.3 Classes abstraites – IdentifiedObject .....	73
10 Profil StateVariables (variables d'état) .....	74
10.1 Généralités .....	74
10.2 Classes concrètes .....	74
10.2.1 TopologicalIsland .....	74
10.2.2 SvInjection .....	74
10.2.3 SvPowerFlow .....	75
10.2.4 SvShortCircuit .....	75
10.2.5 SvShuntCompensatorSections .....	76



10.2.6 SvTapStep.....	76
10.2.7 SvVoltage.....	76
10.3 Classes abstraites.....	77
10.3.1 StateVariable.....	77
10.3.2 ActivePower.....	77
10.3.3 AngleRadians.....	77
10.3.4 ApparentPower.....	77
10.3.5 ReactivePower.....	77
10.3.6 Voltage.....	77
Bibliographie.....	78
Figure 1 – Le TSO envoie un cas à fusionner avec le modèle global.....	48
Figure 2 – Relations entre les profils.....	51
Figure 3 – Exemple d'instance du modèle de connexité de CIM.....	52
Figure 4 – Datasets EMS par profils de CIM.....	53
Figure 5 – Datasets de calcul de répartition de planification par profil de CIM.....	54
Figure 6 – Séquence de cas d'estimation d'état.....	56
Figure 7 – Modularisation d'instance appliquée dans un EMS.....	57
Figure 8 – Modularisation d'instance appliquée à la planification de modèles de flux de calcul de répartition.....	58
Figure 9 – Processus de fusion de modèles.....	60
Figure 10 – Datasets d'EMS vers un client externe.....	62
Figure 11 – Exemple de dataset d'EMS à la frontière.....	64
Figure 12 – Architecture d'intégration en topologie nodale.....	64
Figure 13 – Modélisation de topologie nodale du coupleur de bus et transfert de ligne.....	65
Figure 14 – Modèle de topologie de CIM.....	66
Figure 15 – Interface de solution de topologie.....	67
Figure 16 – Modèle de solution de variable d'état de CIM.....	69
Figure 17 – Exemple d'interface de solution d'état.....	71
Tableau 1 – Profils définis dans le présent document.....	44

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INTERFACE DE PROGRAMMATION D'APPLICATION  
POUR SYSTÈME DE GESTION D'ÉNERGIE (EMS-API) –**

**Partie 456: Profils d'état de réseaux électriques résolus**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale CEI 61970-456 a été établie par le comité d'études 57 de la CEI: Gestion des systèmes de puissance et échanges d'informations associés.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
57/1327/FDIS	57/1342/RVD

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

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

This is a preview of "IEC 61970-456 Ed. 1....". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

La liste de toutes les parties de la série CEI 61970, publiées sous le titre général: *Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API)*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

**IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Il convient donc que les utilisateurs impriment cette publication en utilisant une imprimante couleur.**

## INTRODUCTION

La présente norme constitue l'une des différentes parties de la série CEI 61970 qui définit des ensembles de données d'un modèle d'information commun (CIM) échangés entre des programmes d'application dans des systèmes de gestion d'énergie (EMS).

La série de documents CEI 61970-3xx spécifie le modèle d'information commun (CIM). Le CIM est un modèle abstrait représentant les objets d'une entreprise de distribution d'électricité habituellement nécessaires pour modéliser les opérations d'une entreprise.

La présente norme appartient à la série CEI 61970-4xx de normes d'interfaces de composants qui spécifient la structure sémantique des données échangées entre composants (ou applications) et/ou rendues accessibles au public au moyen d'un composant. La présente norme décrit la charge utile («payload») acheminée lorsque des applications communiquent par l'intermédiaire d'un système de messagerie. Cependant, la présente norme n'inclut pas la méthode d'échange et elle est donc applicable à une diversité de mises en œuvre d'échanges. La présente norme suppose et recommande le formatage en XML des données échangées, sur la base de l'environnement cadre de description de ressources (RDF) tel que spécifié dans la norme de modèle d'échange CIM XML 61970-552.

La CEI 61970-456 spécifie les profils (ou sous-ensembles) du CIM requis pour décrire une solution en régime établi d'un cas de système d'énergie électrique, par exemple celui qui est produit par des applications de calcul de répartition ou d'estimation d'état. Elle décrit la solution en référence à un modèle de réseau électrique conforme à la CEI 61970-452 dans cette série de normes associées. (Ainsi, les données de la solution ne répètent pas les informations du modèle de réseau électrique.) La CEI 61970-456 est constituée de plusieurs profils de composants qui décrivent: la topologie déterminée d'après les positions des interrupteurs, l'entrée des mesures (dans le cas d'une estimation d'état) et la solution elle-même.

## **INTERFACE DE PROGRAMMATION D'APPLICATION POUR SYSTÈME DE GESTION D'ÉNERGIE (EMS-API) –**

### **Partie 456: Profils d'état de réseaux électriques résolus**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de la CEI 61970 appartient à la série CEI 61970-450 à CEI 61970-499 qui, considérée dans son ensemble, définit à un niveau abstrait le contenu et les mécanismes d'échange utilisés pour les données transmises entre des centres de conduite et/ou des composants du centre de conduite.

Le but de la présente partie de la CEI 61970 est de définir de façon rigoureuse le sous-ensemble de classes, les attributs de classe et les rôles du CIM, nécessaires pour décrire le résultat de l'estimation d'état, du calcul de répartition et d'autres applications similaires produisant une solution en régime établi d'un réseau électrique dans un ensemble de cas d'utilisation inclus à titre informatif dans la présente norme.

La présente norme vise deux publics différents, les producteurs de données et les utilisateurs de données. Elle peut être lue de ces deux points de vue. Du point de vue du logiciel d'exportation de modèles utilisé par un producteur de données, la présente norme présente la façon dont un producteur peut décrire une instance d'un cas de réseau pour le rendre accessible à un autre programme. Du point de vue du client, la présente norme décrit ce que ce logiciel d'importation doit être capable d'interpréter afin de pouvoir absorber les cas de solution du client.

Il existe un grand nombre de cas d'utilisation pour lesquels l'utilisation de cette norme est attendue et ils diffèrent dans la manière dont la norme sera appliquée dans chaque cas. Il convient que les personnes chargées de la mise en œuvre envisagent les cas d'utilisation qu'ils souhaitent traiter afin de connaître l'étendue des différentes options qu'ils doivent traiter. Par exemple, la présente norme sera utilisée dans certains cas pour échanger des conditions initiales plutôt que des conditions résolues, de sorte que s'il s'agit d'un cas d'utilisation important, cela signifie qu'une application du client doit être capable de traiter un état non résolu ainsi qu'un état ayant satisfait à certains critères de solution.

#### **2 Références normatives**

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 61970-452, *Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) – Partie 452: Profils du Modèle de Réseau de Transmission Statique CIM*<sup>1</sup>

CEI 61970-453, *Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) – Partie 453: Profil de disposition du diagramme*

---

<sup>1</sup> A publier.

This is a preview of "IEC 61970-456 Ed. 1....". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

CEI 61970-552, *Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) – Partie 552: Format d'échange de modèle CIM XML*<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> A publier.