

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Energy management system application program interface (EMS-API) –
Part 452: CIM model exchange specification**

**Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie
(EMS-API) –
Partie 452: Spécification d'échange de modèle CIM**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.200

ISBN 978-2-8322-4511-8

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	9
1 Scope	10
2 Normative references	11
3 Overview of data requirements	11
3.1 Overview	11
3.2 General requirements	11
3.3 Transformer modeling	12
3.4 Modeling authorities	13
3.5 Use of measurement classes	14
3.5.1 General	14
3.5.2 ICCP data exchange	15
3.6 Voltage or active power regulation	15
3.7 Use of curves	15
3.7.1 General	15
3.7.2 Generating unit reactive power limits	15
3.8 Definition of schedules	16
4 CIM Equipment Profile	16
4.1 CIM Equipment Profile General	16
4.2 Concrete Classes	16
4.2.1 Accumulator	16
4.2.2 AccumulatorValue	17
4.2.3 ACLineSegment	17
4.2.4 ActivePowerLimit	19
4.2.5 Analog	19
4.2.6 AnalogValue	20
4.2.7 ApparentPowerLimit	20
4.2.8 BaseVoltage	20
4.2.9 Bay	21
4.2.10 Breaker	21
4.2.11 BusbarSection	21
4.2.12 ConformLoad	22
4.2.13 ConformLoadGroup	22
4.2.14 ConformLoadSchedule	23
4.2.15 ConnectivityNode	23
4.2.16 ControlArea	24
4.2.17 ControlAreaGeneratingUnit	24
4.2.18 CurrentLimit	25
4.2.19 CurveData	25
4.2.20 DayType	26
4.2.21 Disconnecter	26
4.2.22 Discrete	26
4.2.23 DiscreteValue	27
4.2.24 EnergyConsumer	27
4.2.25 EquivalentBranch	28
4.2.26 EquivalentInjection	29

4.2.27	EquivalentNetwork	30
4.2.28	EquivalentShunt	30
4.2.29	FossilFuel	30
4.2.30	GeneratingUnit	31
4.2.31	GeographicalRegion	33
4.2.32	GrossToNetActivePowerCurve	33
4.2.33	HydroGeneratingUnit	34
4.2.34	HydroPump	34
4.2.35	IEC61970CIMVersion	35
4.2.36	Line	35
4.2.37	LoadArea	35
4.2.38	LoadBreakSwitch	36
4.2.39	LoadResponseCharacteristic	36
4.2.40	MeasurementValueSource	38
4.2.41	MutualCoupling	38
4.2.42	Name	39
4.2.43	NameType	40
4.2.44	NonConformLoad	40
4.2.45	NonConformLoadGroup	41
4.2.46	NonConformLoadSchedule	41
4.2.47	NuclearGeneratingUnit	42
4.2.48	OperationalLimitSet	42
4.2.49	OperationalLimitType	43
4.2.50	PhaseTapChangerAsymetrical	43
4.2.51	PhaseTapChangerLinear	44
4.2.52	PhaseTapChangerSymetrical	45
4.2.53	PhaseTapChangerTabular	46
4.2.54	PhaseTapChangerTabularPoint	46
4.2.55	PowerTransformer	47
4.2.56	PowerTransformerEnd	48
4.2.57	RatioTapChanger	50
4.2.58	RatioTapChangerTabular	50
4.2.59	RatioTapChangerTabularPoint	51
4.2.60	ReactiveCapabilityCurve	52
4.2.61	RegularTimePoint	53
4.2.62	RegulatingControl	53
4.2.63	RegulationSchedule	55
4.2.64	Season	55
4.2.65	SeriesCompensator	56
4.2.66	ShuntCompensator	56
4.2.67	StaticVarCompensator	57
4.2.68	StationSupply	58
4.2.69	SubGeographicalRegion	59
4.2.70	SubLoadArea	59
4.2.71	Substation	59
4.2.72	Switch	60
4.2.73	SwitchSchedule	60
4.2.74	SynchronousMachine	61
4.2.75	TapChangerControl	63

4.2.76	TapSchedule	63
4.2.77	Terminal	64
4.2.78	ThermalGeneratingUnit.....	64
4.2.79	TieFlow.....	65
4.2.80	VoltageLevel.....	65
4.2.81	VoltageLimit	66
4.2.82	WindGeneratingUnit	66
4.3	Abstract Classes	67
4.3.1	BasicIntervalSchedule	67
4.3.2	ConductingEquipment.....	67
4.3.3	Conductor.....	68
4.3.4	ConnectivityNodeContainer	68
4.3.5	Curve	68
4.3.6	EnergyArea	69
4.3.7	Equipment	69
4.3.8	EquipmentContainer	69
4.3.9	EquivalentEquipment.....	70
4.3.10	IdentifiedObject	70
4.3.11	LoadGroup	71
4.3.12	Measurement.....	71
4.3.13	MeasurementValue.....	72
4.3.14	OperationalLimit	72
4.3.15	PhaseTapChanger.....	73
4.3.16	PhaseTapChangerNonLinear.....	73
4.3.17	PowerSystemResource.....	74
4.3.18	RegularIntervalSchedule.....	74
4.3.19	RegulatingCondEq.....	75
4.3.20	RotatingMachine.....	75
4.3.21	SeasonDayTypeSchedule	76
4.3.22	TapChanger.....	76
4.3.23	TransformerEnd.....	77
4.4	Enumerations.....	78
4.4.1	ControlAreaTypeKind.....	78
4.4.2	CurveStyle.....	78
4.4.3	FuelType	79
4.4.4	GeneratorControlSource	79
4.4.5	OperationalLimitDirectionKind.....	79
4.4.6	RegulatingControlModeKind	79
4.4.7	SeasonName	80
4.4.8	SVCControlMode	80
4.4.9	SynchronousMachineOperatingMode.....	80
4.4.10	SynchronousMachineType	80
4.4.11	TapChangerKind.....	81
4.4.12	TransformerControlMode	81
4.4.13	UnitSymbol	81
4.4.14	WindingConnection.....	82
4.5	Datatypes	82
4.5.1	ActivePower	82
4.5.2	AngleDegrees.....	82

4.5.3	ApparentPower	82
4.5.4	Conductance	82
4.5.5	CurrentFlow	83
4.5.6	Length	83
4.5.7	Money	83
4.5.8	PerCent	83
4.5.9	Reactance	83
4.5.10	ReactivePower	84
4.5.11	Resistance	84
4.5.12	Seconds	84
4.5.13	Susceptance	84
4.5.14	Voltage	84
4.5.15	VoltagePerReactivePower	84
5	Amplifications and conventions	85
5.1	Overview	85
5.2	XML file validity	85
5.3	Normative string tables	85
5.4	Roles and multiplicity	86
Annex A (informative)	Model exchange use cases	87
Annex B (informative)	Modeling authorities	91
Annex C (informative)	Common power system model (CPSM) minimum data requirements	93
Bibliography		99
Figure 1	– Two winding transformer impedance	12
Figure 2	– Three winding transformer impedance	13
Figure A.1	– Security coordinators	87
Figure A.2	– CIM model exchange	88
Figure A.3	– Revised CIM model exchange	89
Figure A.4	– Hierarchical modeling	90
Table 1	– Valid measurementTypes	14
Table 2	– Profiles defined in this document	16
Table 3	– Valid attribute values	85

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ENERGY MANAGEMENT SYSTEM APPLICATION
PROGRAM INTERFACE (EMS-API) –****Part 452: CIM model exchange specification****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.

The present part of International Standard IEC 61970 has been prepared by IEC technical committee 57: Power systems management and associated information exchange.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2013. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) subclause 3.3, Transformer modeling – Updated description of transformer modelling to reflect changes in the modelling of transformers to work for both transmission and distribution systems;
- b) subclause 3.5.1, Use of measurement classes – General – Updated to reflect changes to the measurement model;

- c) subclause 3.5.2, ICCP data exchange – Updated to reflect changes to the use of identification in the model (IdentifiedObject, Name, and NameType);
- d) the following detailed changes were made to Clause 4, CIM Equipment Profile:
- Added Measurement.unitMultiplier and Measurement.unitSymbol to replace association to class Unit.
 - Added PowerTransformerEnd to replace TransformerWinding.
 - Made PhaseTapChanger not concrete (abstract) and added PhaseTapChangerNonLinear (also not concrete), PhaseTapChangerSymmetrical, PhaseTapChangerAsymmetrical, and PhaseTapChangerLinear.
 - Added PhaseTapChanger.TransformerEnd to replace PhaseTapChanger.TransformerWinding.
 - Added RatioTapChanger.TransformerEnd to replace RatioTapChanger.TransformerWinding.
 - Added TapChangerControl class to replace direct link TapChanger.RegulatingControl.
 - Added RatioTapChanger.stepVoltageIncrement to replace TapChanger.stepVoltageIncrement.
 - Added PhaseTapChangerTabular, PhaseTapChangerTabularPoint, RatioTapChangerTabular, and RatioTapChangerTabularPoint to replace ImpedanceVariationCurve, PhaseVariationCurve, and RatioVariationCurve.
 - Added Switch.ratedCurrent as optional attribute.
 - Changed all attributes of LoadResponseCharacteristic to optional except for exponentModel.
 - Changed CurveData.y2Value to optional.
 - Added PowerTransformer.vectorGroup as optional attribute.
 - Added note to OperationalLimitSet stating that “Either an association to Equipment or an association to Terminal must be supplied, but not both.”
 - Added SeriesCompensator.r0 and x0 as optional attributes.
 - Added attributes for PhaseTapChangerTabularPoint and RatioTapChangerTabularPoint.
 - Added RotatingMachine to the profile so that ratedS can be inherited by SynchronousMachine as an optional attribute.
 - Changed association between RegulatingCondEq and RegulatingControl to be optional.
 - Made OperationalLimitType attributes direction and acceptableDuration optional.
 - Added classes Name and NameType to profile.
 - Removed PowerTransformer.vectorGroup from the profile.
 - Added PowerTransformerEnd.phaseAngleClock as an optional attribute.
 - Made attributes RegulatingControl.targetRange and targetValue optional and added a note stating that they are not required if a RegulationSchedule is provided.
 - Added TransformerEnd.endNumber to the profile for use with PowerTransformerEnd.phaseAngleClock.
 - Added association OperationalLimitOperationalLimitSet.
 - Added association Name.IdentifiedObject.
 - Updated PowerTransformer profile description to also refer to Terminals.
 - Changed reference to association RegulatingControl.RegulationSchedule to use RegulationSchedule.RegulatingControl instead.

- Changed TapChanger attributes highStep, lowStep, neutralStep and normalStep to optional, because they are not required if the ltcFlag is false.
- Changed BasicIntervalSchedule.value2Unit and RegularTimePoint.value2 to optional, because they are not required for RegulationSchedule, TapSchedule or SwitchSchedule.
- Changed Analog.positiveFlowIn to be optional, because not all analogs have a flow direction (voltage, for instance).
- Added PowerTransformerEnd.g as optional attribute.
- Added SynchronousMachine.referencePriority as optional attribute.
- Added profile description for AccumulatorValue, AnalogValue, and DiscreteValue explaining that the classes are only used to define measurements available via ICCP, not to supply values for those measurements.
- Added attribute Switch.retained as required.
- Added association TransformerEnd.BaseVoltage as optional.
- Made association ControlArea.energyArea optional.

This bilingual version (2018-07) corresponds to the monolingual English version, published in 2015-04.

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

CDV	Report on voting
57/1451/CDV	57/1503/RVC

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

The French version of this standard has not been voted upon.

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

This standard is one of the IEC 61970 series that define an application program interface (API) for an energy management system (EMS).

The IEC 61970-3x series of documents specify a Common Information Model (CIM). The CIM is an abstract model that represents all of the major objects in an electric utility enterprise typically needed to model the operational aspects of a utility. It provides the semantics for the IEC 61970 APIs specified in the IEC 61970-4x series of Component Interface Standards (CIS). The IEC 61970-3x series includes IEC 61970-301, *Common Information Model (CIM) base* and draft standard IEC 61970-302, *Common Information Model (CIM) Financial, EnergyScheduling and Reservations*.

This standard is one of the IEC 61970-4x series of Component Interface Standards that specify the functional requirements for interfaces that a component (or application) shall implement to exchange information with other components (or applications) and/or to access publicly available data in a standard way. The component interfaces describe the specific message contents and services that can be used by applications for this purpose. The implementation of these messages in a particular technology is described in IEC 61970-5.

This part of IEC 61970 specifies the specific profiles (or subsets) of the CIM for exchange of static power system data between utilities, security coordinators and other entities participating in a interconnected power system, such that all parties have access to the modeling of their neighbor's systems that is necessary to execute state estimation or power flow applications. Currently only one profile, the Equipment Profile, has been defined. A companion standard, IEC 61970-552, defines the CIM XML Model Exchange Format based on the Resource Description Framework (RDF) Schema specification language which is recommended to be used to transfer power system model data for the IEC 61970-452 profile.

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

Part 452: CIM model exchange specification

1 Scope

This part of IEC 61970 is a member of the IEC 61970-450 to -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 document is to rigorously define the subset of classes, class attributes, and roles from the CIM necessary to execute state estimation and power flow applications. The North American Electric Reliability Council (NERC) Data Exchange Working Group (DEWG) Common Power System Modeling group (CPSM) produced the original data requirements, which are shown in Annex C. These requirements are based on prior industry practices for exchanging power system model data for use primarily in planning studies. However, the list of required data has been extended to facilitate a model exchange that includes parameters common to breaker-oriented applications. Where necessary this document establishes conventions, shown in Clause 5, with which an XML data file must comply in order to be considered valid for exchange of models.

This document is intended for two distinct audiences, data producers and data recipients, and may be read from two perspectives.

From the standpoint of model export software used by a data producer, the document describes a minimum subset of CIM classes, attributes, and associations which must be present in an XML formatted data file for model exchange. This standard does not dictate how the network is modelled, however. It only dictates what classes, attributes, and associations are to be used to describe the source model as it exists. All classes, attributes, and associations not explicitly labeled as recommended or conditionally required should be considered required with the following caveat. Consider, as an example, the situation in which an exporter produces an XML data file describing a small section of the exporter's network that happens to contain no breakers. The resulting XML data file should, therefore, not contain an instance of the Breaker class. On the other hand, if the section of the exporter's network does contain breakers, the resulting data file should contain instances of the Breaker class that include, at a minimum, the attributes and roles described herein for Breakers. Furthermore, it should be noted that an exporter may, at his or her discretion, produce an XML data file containing additional class data described by the CIM RDF Schema but not required by this document provided these data adhere to the conventions established in Clause 5.

From the standpoint of the model import used by a data recipient, the document describes a subset of the CIM that importing software must be able to interpret in order to import exported models. As mentioned above, data providers are free to exceed the minimum requirements described herein as long as their resulting data files are compliant with the CIM RDF Schema and the conventions established in Clause 5. The document, therefore, describes additional classes and class data that, although not required, exporters will, in all likelihood, choose to include in their data files. The additional classes and data are labeled as recommended or as not required to distinguish them from their required counterparts. Please note, however, that data importers could potentially receive data containing instances of any and all classes described by the CIM RDF Schema.

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.

NOTE For general glossary definitions, see IEC 60050, *International Electrotechnical Vocabulary*.

IEC 61970-301:2013, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common information model (CIM) base*

IEC 61970-501, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 501: Common Information Model Resource Description Framework (CIM RDF) schema*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	104
INTRODUCTION.....	107
1 Domaine d'application	108
2 Références normatives	109
3 Vue d'ensemble des exigences relatives aux données	109
3.1 Vue d'ensemble	109
3.2 Exigences générales.....	109
3.3 Modélisation des transformateurs	110
3.4 Autorités de modélisation.....	111
3.5 Utilisation des classes de Measurement.....	112
3.5.1 Généralités.....	112
3.5.2 Échange de données ICCP.....	113
3.6 Réglage de tension ou de puissance active.....	113
3.7 Utilisation de courbes	113
3.7.1 Généralités.....	113
3.7.2 Limites de la puissance réactive de l'unité de production.....	113
3.8 Définition des programmes	114
4 Profil Equipment du CIM.....	114
4.1 Généralités sur le profil Equipment du CIM	114
4.2 Classes concrètes.....	115
4.2.1 Accumulator	115
4.2.2 AccumulatorValue.....	115
4.2.3 ACLineSegment.....	116
4.2.4 ActivePowerLimit	117
4.2.5 Analog	117
4.2.6 AnalogValue	118
4.2.7 ApparentPowerLimit	118
4.2.8 BaseVoltage	119
4.2.9 Bay.....	119
4.2.10 Breaker.....	119
4.2.11 BusbarSection	120
4.2.12 ConformLoad.....	120
4.2.13 ConformLoadGroup	121
4.2.14 ConformLoadSchedule	121
4.2.15 ConnectivityNode	122
4.2.16 ControlArea	122
4.2.17 ControlAreaGeneratingUnit.....	123
4.2.18 CurrentLimit.....	123
4.2.19 CurveData	124
4.2.20 DayType	124
4.2.21 Disconnecter	125
4.2.22 Discrete	125
4.2.23 DiscreteValue	125
4.2.24 EnergyConsumer	126
4.2.25 EquivalentBranch	127
4.2.26 EquivalentInjection	128
4.2.27 EquivalentNetwork.....	128

4.2.28	EquivalentShunt	129
4.2.29	FossilFuel.....	129
4.2.30	GeneratingUnit	130
4.2.31	GeographicalRegion	132
4.2.32	GrossToNetActivePowerCurve.....	132
4.2.33	HydroGeneratingUnit	133
4.2.34	HydroPump.....	134
4.2.35	IEC61970CIMVersion	134
4.2.36	Line	135
4.2.37	LoadArea	135
4.2.38	LoadBreakSwitch.....	135
4.2.39	LoadResponseCharacteristic	136
4.2.40	MeasurementValueSource	138
4.2.41	MutualCoupling.....	138
4.2.42	Name.....	139
4.2.43	NameType	140
4.2.44	NonConformLoad.....	140
4.2.45	NonConformLoadGroup	141
4.2.46	NonConformLoadSchedule	141
4.2.47	NuclearGeneratingUnit	142
4.2.48	OperationalLimitSet	142
4.2.49	OperationalLimitType.....	143
4.2.50	PhaseTapChangerAsymetrical.....	143
4.2.51	PhaseTapChangerLinear	144
4.2.52	PhaseTapChangerSymetrical.....	145
4.2.53	PhaseTapChangerTabular	146
4.2.54	PhaseTapChangerTabularPoint	146
4.2.55	PowerTransformer	148
4.2.56	PowerTransformerEnd	149
4.2.57	RatioTapChanger	151
4.2.58	RatioTapChangerTabular.....	151
4.2.59	RatioTapChangerTabularPoint.....	152
4.2.60	ReactiveCapabilityCurve.....	153
4.2.61	RegularTimePoint	154
4.2.62	RegulatingControl	155
4.2.63	RegulationSchedule.....	156
4.2.64	Season	157
4.2.65	SeriesCompensator	157
4.2.66	ShuntCompensator	158
4.2.67	StaticVarCompensator	159
4.2.68	StationSupply	160
4.2.69	SubGeographicalRegion	160
4.2.70	SubLoadArea.....	161
4.2.71	Substation	161
4.2.72	Switch	161
4.2.73	SwitchSchedule	162
4.2.74	SynchronousMachine.....	163
4.2.75	TapChangerControl	165
4.2.76	TapSchedule	165

4.2.77	Terminal	166
4.2.78	ThermalGeneratingUnit.....	166
4.2.79	TieFlow.....	167
4.2.80	VoltageLevel.....	167
4.2.81	VoltageLimit	168
4.2.82	WindGeneratingUnit	168
4.3	Classes Abstraites	169
4.3.1	BasicIntervalSchedule	169
4.3.2	ConductingEquipment.....	169
4.3.3	Conductor.....	170
4.3.4	ConnectivityNodeContainer	170
4.3.5	Curve	171
4.3.6	EnergyArea	171
4.3.7	Equipment	171
4.3.8	EquipmentContainer	172
4.3.9	EquivalentEquipment.....	172
4.3.10	IdentifiedObject	173
4.3.11	LoadGroup	173
4.3.12	Measurement.....	173
4.3.13	MeasurementValue	175
4.3.14	OperationalLimit	175
4.3.15	PhaseTapChanger.....	175
4.3.16	PhaseTapChangerNonLinear.....	176
4.3.17	PowerSystemResource.....	177
4.3.18	RegularIntervalSchedule.....	177
4.3.19	RegulatingCondEq.....	178
4.3.20	RotatingMachine.....	178
4.3.21	SeasonDayTypeSchedule	179
4.3.22	TapChanger.....	179
4.3.23	TransformerEnd.....	180
4.4	Enumerations.....	181
4.4.1	ControlAreaTypeKind.....	181
4.4.2	CurveStyle.....	182
4.4.3	FuelType	182
4.4.4	GeneratorControlSource	182
4.4.5	OperationalLimitDirectionKind.....	182
4.4.6	RegulatingControlModeKind	183
4.4.7	SeasonName	183
4.4.8	SVCControlMode	183
4.4.9	SynchronousMachineOperatingMode.....	184
4.4.10	SynchronousMachineType	184
4.4.11	TapChangerKind.....	184
4.4.12	TransformerControlMode	184
4.4.13	UnitSymbol	184
4.4.14	WindingConnection.....	185
4.5	Datatypes	185
4.5.1	ActivePower	185
4.5.2	AngleDegrees.....	186
4.5.3	ApparentPower	186

4.5.4	Conductance	186
4.5.5	CurrentFlow	186
4.5.6	Length	186
4.5.7	Money	186
4.5.8	PerCent	187
4.5.9	Reactance	187
4.5.10	ReactivePower	187
4.5.11	Resistance	187
4.5.12	Seconds	187
4.5.13	Susceptance.....	188
4.5.14	Voltage	188
4.5.15	VoltagePerReactivePower	188
5	Éclaircissements et conventions	188
5.1	Vue d'ensemble	188
5.2	Validité du fichier XML	188
5.3	Tableaux de chaînes de caractères normatifs	188
5.4	Roles et multiplicité.....	189
Annexe A	(informative) Cas d'utilisation de l'échange de modèle	190
Annexe B	(informative) Autorités de modélisation	195
Annexe C	(informative) Exigences relatives aux données minimales du modèle de réseau commun (CPSM – common power system model)	197
Bibliographie.....		203
Figure 1	– Impédance d'un transformateur à deux enroulements	110
Figure 2	– Impédance d'un transformateur à trois enroulements	111
Figure A.1	– Coordonnateurs de sécurité	190
Figure A.2	– Échange du modèle CIM	191
Figure A.3	– Échange de modèle CIM révisé	192
Figure A.4	– Modélisation hiérarchique	193
Tableau 1	– MeasurementTypes valides	112
Tableau 2	– Profils définis dans le présent document	115
Tableau 3	– Valeurs valides des attributs.....	189

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 452: Spécification d'échange de modèle CIM

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

La présente partie de la Norme internationale IEC 61970 a été établie par le comité d'études 57 de l'IEC: Gestion des systèmes de puissance et échanges d'informations associés.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2013. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) paragraphe 3.3, Modélisation des transformateurs – Mise à jour de la description de la modélisation des transformateurs en fonction des modifications apportées à cette modélisation permettant aux transformateurs de fonctionner pour les réseaux de transmission et les réseaux de distribution;

- b) paragraphe 3.5.1, Utilisation des classes de Measurement – Généralités – Mise à jour en fonction des modifications apportées au modèle de mesure;
- c) paragraphe 3.5.2, Échange de données ICCP – Mise à jour en fonction des modifications apportées à l'utilisation de l'identification dans le modèle (IdentifiedObject, Name et NameType);
- d) les modifications détaillées suivantes ont été apportées à l'Article 4, Profil Equipment du CIM:
 - Ajout de Measurement.unitMultiplier et Measurement.unitSymbol pour remplacer l'association à la classe Unit. .
 - Ajout de PowerTransformerEnd pour remplacer TransformerWinding.
 - Transformation de PhaseTapChanger en non concret (abstrait) et ajout de PhaseTapChangerNonLinear (également non concret), PhaseTapChangerSymetrical, PhaseTapChangerAsymetrical et PhaseTapChangerLinear.
 - Ajout de PhaseTapChanger.TransformerEnd pour remplacer PhaseTapChanger.TransformerWinding.
 - Ajout de RatioTapChanger.TransformerEnd pour remplacer RatioTapChanger.TransformerWinding.
 - Ajout de la classe TapChangerControl pour remplacer la liaison directe TapChanger.RegulatingControl.
 - Ajout de RatioTapChanger.stepVoltageIncrement pour remplacer TapChanger.stepVoltageIncrement.
 - Ajout de PhaseTapChangerTabular, PhaseTapChangerTabularPoint, RatioTapChangerTabular et RatioTapChangerTabularPoint pour remplacer ImpedanceVariationCurve, PhaseVariationCurve et RatioVariationCurve.
 - Ajout de Switch.ratedCurrent comme attribut facultatif.
 - Transformation de tous les attributs de LoadResponseCharacteristic en attributs facultatifs sauf ceux d'exponentModel.
 - Transformation de CurveData.y2Value en facultatif.
 - Ajout de PowerTransformer.vectorGroup comme attribut facultatif.
 - Ajout d'une note à OperationalLimitSet indiquant qu' "une association à Equipment (équipement) ou une association à Terminal (Borne) doit être fournie, mais pas les deux."
 - Ajout de SeriesCompensator.r0 et x0 comme attributs facultatifs.
 - Ajout des attributs pour PhaseTapChangerTabularPoint et RatioTapChangerTabularPoint.
 - Ajout de RotatingMachine au profil afin que ratedS puisse être hérité par SynchronousMachine comme attribut facultatif.
 - Modification de l'association entre RegulatingCondEq et RegulatingControl en association facultative.
 - Classe OperationalLimitType: Transformation des attributs direction et acceptableDuration en facultatifs.
 - Ajout des classes Name et NameType au profil.
 - Suppression de PowerTransformer.vectorGroup du profil.
 - Ajout de PowerTransformerEnd.phaseAngleClock comme attribut facultatif.
 - Transformation des attributs RegulatingControl.targetRange et targetValue en attributs facultatifs et ajout d'une note indiquant qu'ils ne sont pas exigés si un RegulationSchedule est fourni.
 - Ajout de TransformerEnd.endNumber au profil pour utilisation avec PowerTransformerEnd.phaseAngleClock.

- Ajout de l'association `OperationalLimit`.`OperationalLimitSet`.
- Ajout de l'association `Name`.`IdentifiedObject`.
- Mise à jour de la description du profil de `PowerTransformer` pour également faire référence aux Terminals (bornes).
- Modification de la référence à l'association `RegulatingControl`.`RegulationSchedule` pour l'utilisation de `RegulationSchedule`.`RegulatingControl` en lieu et place.
- Transformation des attributs `TapChanger` tels que `highStep`, `lowStep`, `neutralStep` et `normalStep` en attributs facultatifs, parce qu'ils ne sont pas exigés si le `ItcFlag` est faux.
- Transformation de `BasicIntervalSchedule`.`value2Unit` et `RegularTimePoint`.`value2` en facultatifs, parce qu'ils ne sont pas exigés pour `RegulationSchedule`, `TapSchedule` ou `SwitchSchedule`.
- Transformation de `Analog`.`positiveFlowIn` en facultatif, parce que toutes les valeurs analogiques n'ont pas une direction de flux (tension, par exemple).
- Ajout de `PowerTransformerEnd`.`g` comme attribut facultatif.
- Ajout de `SynchronousMachine`.`referencePriority` comme attribut facultatif.
- Ajout de la description du profil pour `AccumulatorValue`, `AnalogValue` et `DiscreteValue` expliquant que les classes sont uniquement utilisées pour définir des mesurages disponibles via ICCP, et non pour fournir des valeurs pour ces mesurages.
- Ajout de l'attribut `Switch`.`retained` comme obligatoire.
- Ajout de l'association `TransformerEnd`.`BaseVoltage` comme facultative.
- Transformation de l'association `ControlArea`.`energyArea` en facultative.

La présente version bilingue (2018-07) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2015-04.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 57/1451/CDV et 57/1503/RVC.

Le rapport de vote 57/1503/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 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 l'IEC.

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

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

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

INTRODUCTION

La présente Norme fait partie de la série IEC 61970 qui définit une interface de programmation d'application (API – application program interface) pour un système de gestion d'énergie (EMS – energy management system).

La série de documents IEC 61970-3x spécifie un Modèle d'Information Commun (CIM – Common Information Model). Le CIM est un modèle abstrait qui représente tous les objets principaux d'une entreprise de service public de distribution d'électricité habituellement nécessaires pour modéliser les opérations de l'entreprise. Le modèle CIM fournit la sémantique pour les API de l'IEC 61970 spécifiées dans la série de Normes d'Interface de Composants (CIS – Component Interface Standards) IEC 61970-4x. La série de normes IEC 61970-3x inclut l'IEC 61970-301, *Base de modèle d'information commun (CIM)* et le projet de norme IEC 61970-302, *Common Information Model (CIM) Financial, EnergyScheduling and Reservations* (disponible en anglais seulement).

La présente Norme est l'une de la série de Normes d'Interface de Composants IEC 61970-4x qui spécifie les exigences fonctionnelles relatives aux interfaces qu'un composant (ou une application) doit mettre en œuvre pour échanger des informations avec d'autres composants (ou applications) et/ou pour accéder à des données accessibles au public de façon normalisée. Les interfaces de composants décrivent le contenu spécifique des messages ainsi que les services pouvant être utilisés par les applications dans ce but. La mise en œuvre de ces messages dans une technologie particulière est décrite dans l'IEC 61970-5.

La présente partie de l'IEC 61970 spécifie les profils (ou sous-ensembles) spécifiques du CIM pour l'échange de données de réseaux statiques entre des entreprises de service public, des coordonnateurs de la sécurité et autres entités impliquées dans un réseau interconnecté, de manière à ce que toutes les parties aient accès à la modélisation des systèmes de leur voisin nécessaire à l'exécution des applications d'estimation d'état ou de flux d'énergie. Actuellement, seul le Profil Equipment (Équipement) a été défini. Une norme d'accompagnement, l'IEC 61970-552, définit le Format d'Échange du Modèle XML du CIM sur la base du langage RDF (RDF – Resource Description Framework) qu'il est recommandé d'utiliser pour transférer des données de modèle de réseau pour le profil IEC 61970-452.

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

Partie 452: Spécification d'échange de modèle CIM

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61970 fait partie de la série IEC 61970-450 à -499 qui, dans son ensemble, définit à un niveau abstrait, le contenu ainsi que les méthodes d'échange utilisés pour les données transmises entre les centres de conduite et/ou les composants des centres de conduite.

Le présent document vise à définir rigoureusement le sous-ensemble des classes, des attributs de classe et des rôles du CIM nécessaires à l'exécution des applications d'estimation d'état et de flux d'énergie. Le groupe Common Power System Modeling (CPSM) de Data Exchange Working Group (DEWG) du North American Electric Reliability Council (NERC) a établi les premières exigences relatives aux données, présentées à l'Annexe C. Ces exigences sont basées sur des pratiques industrielles antérieures pour l'échange des données du modèle de réseau pour une utilisation essentiellement dans les études de planification. Cependant, la liste des données exigées a été étendue pour faciliter un échange de modèle incluant des paramètres communs aux applications orientées disjoncteur (topologie détaillée). Le présent document établit si nécessaire des conventions, présentées à l'Article 5, auxquelles un fichier de données XML doit satisfaire afin d'être reconnu comme valide pour l'échange de modèles.

Ce document s'adresse à deux destinataires distincts, les producteurs de données et les destinataires de données, et peut être interprété selon deux points de vue.

Du point de vue du logiciel d'exportation des modèles utilisé par un producteur de données, le document décrit un sous-ensemble minimal de classes, d'attributs et d'associations du modèle CIM. Ce sous-ensemble doit être présent dans un fichier de données formaté XML pour l'échange des modèles. En revanche, la présente Norme ne régit pas la manière dont le réseau est modélisé. Elle ne gère que les classes, les attributs et les associations qui doivent être utilisés pour décrire le modèle source réel. Il convient que l'ensemble des classes, attributs et associations qui ne sont pas désignés de manière explicite comme recommandés ou exigés à titre conditionnel, soit défini comme exigé avec la mise en garde suivante. Soit par exemple, la situation dans laquelle un exportateur produit un fichier de données XML décrivant une petite section de son réseau qui ne contient aucun disjoncteur. Il convient alors que le fichier de données XML résultant ne contienne pas d'instance de la classe Breaker (Disjoncteur). En revanche, si la section du réseau de l'exportateur contient des disjoncteurs, il convient que le fichier de données résultant contienne des instances de la classe Breaker comportant, au moins, les attributs et les rôles décrits dans le présent document pour les Breakers (Disjoncteurs). Par ailleurs, il convient de noter qu'un exportateur peut, à son gré, produire un fichier de données XML contenant des données de classes supplémentaires décrites par le Schéma RDF de CIM mais qui ne sont pas exigées par le document, à condition que ces données soient conformes aux conventions établies dans l'Article 5.

Du point de vue de l'importation des modèles utilisée par un destinataire de données, le document décrit un sous-ensemble du CIM qu'un logiciel d'importation doit être capable d'interpréter afin d'importer des modèles exportés. Comme mentionné ci-dessus, les fournisseurs de données sont libres de dépasser les exigences minimales décrites dans le présent document tant que leurs fichiers de données résultants sont conformes au Schéma RDF de CIM et aux conventions établies dans l'Article 5. Le document décrit donc des classes et des données de classes supplémentaires que, même si cela n'est pas nécessaire, les exportateurs, selon toute probabilité, choisiront d'inclure dans leurs fichiers de données. Les classes et les données supplémentaires sont désignées comme recommandées ou non

exigées afin de les différencier de leurs homologues exigées. Noter cependant que les importateurs de données peuvent potentiellement recevoir des données contenant les instances d'une classe ou de toutes les classes décrites par le Schéma RDF de CIM.

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).

NOTE Pour les définitions des termes généraux, voir l'IEC 60050, *Vocabulaire Electrotechnique International*.

IEC 61970-301:2013, *Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) – Partie 301: Base de modèle d'information commun (CIM)*

IEC 61970-501, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 501: Common Information Model Resource Description Framework (CIM RDF) Schema* (disponible en anglais seulement)