

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**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61970-456:2018



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

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

ICS 33.200

ISBN 978-2-8322-5440-0

**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 Terms and definitions	7
4 Profile information	8
5 Overview	8
6 Use cases	13
6.1 Overview	13
6.2 EMS network analysis integration	15
6.3 Power flow based network analysis	16
7 Data model with CIMXML examples	21
7.1 Use of the interfaces	21
7.1.1 Overview	21
7.1.2 Network model boundaries	21
7.1.3 Bus-branch and node-breaker models	24
7.2 Topology (TP) interface	27
7.3 State Variables (SV) interface	29
7.4 Steady State Hypothesis (SSH) interface	31
8 Profiles	31
8.1 Comments and notes	31
8.2 SteadyStateHypothesis profile	32
8.2.1 General	32
8.2.2 Concrete Classes	33
8.2.3 Abstract Classes	46
8.2.4 Data Types	53
8.3 Topology profile	55
8.3.1 General	55
8.3.2 Concrete Classes	55
8.3.3 Abstract Classes	57
8.4 StateVariables profile	58
8.4.1 General	58
8.4.2 Concrete Classes	58
8.4.3 Abstract Classes	64
8.4.4 Data Types	65
Bibliography	67
Figure 1 – Relations between MAS, profile and dataset	9
Figure 2 – Profile relationships	11
Figure 3 – Connectivity model example	12
Figure 4 – The European power system with regions	14
Figure 5 – Information exchange in power flow and sharing of results	15
Figure 6 – EMS datasets to an external client	16
Figure 7 – Node-breaker power flow Integration architecture	17

Figure 8 – Bus-branch power flow Integration architecture	17
Figure 9 – Boundary injection model	18
Figure 10 – Alternate boundary modelling	19
Figure 11 – Assembled model alternatives	20
Figure 12 – Line boundary dataset example	22
Figure 13 – Substation boundary dataset example	22
Figure 14 – Power Flow on an assembled model	23
Figure 15 – Power Flow on a regional network part	24
Figure 16 – CIM relation between ConnectivityNode and TopologicalNode	25
Figure 17 – Bus-branch modeling of bus coupler and line transfer	26
Figure 18 – CIM topology model	27
Figure 19 – Topology solution interface	28
Figure 20 – CIM state variable solution model	29
Figure 21 – State solution interface example	30
Table 1 – Profiles defined in this document	8

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61970-456:2018

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.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2013 and Amendment 1:2015. This edition constitutes a technical revision. It is based on the IEC 61970 UML CIM16 version 33.

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

- a) The Steady State Hypothesis (SSH) profile has been added in new Subclause 8.2.
- b) Clause 5 "Overview" has been extended to better describe the relation between different profiles and aligned with the current nomenclature used with profiles, e.g. "data set" and "network part".

- c) The former Clause 6 "Architecture" has been shrunk and merged with Clause 6 "Use cases".
- d) The former Clause 7 "Applying the standard to business problems" has been split and merged with Clause 6 "Use cases" and Clause 7 "Data model with CIMXML examples".
- e) Clause 6 "Use cases" description of the use cases has been extended.
- f) The former Clause 8 "Data model with CIMXML examples" has become section 7 "Data model with CIMXML examples".
- g) The CIMXML document examples in Clause 7 "Data model with CIMXML examples" has been updated to match with IEC 61970-552:2016.
- h) Clause 8 "Profiles" describe the actual profile data.
- i) Subclause 8.1 "Comments and notes" gives additional information on the use some profile data.

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

FDIS	Report on voting
57/1951/FDIS	57/1963/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

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

INTRODUCTION

This document 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 61970-300 series specifies 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 document is one of the IEC 61970-400 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 document 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 document assumes and recommends that the exchanged data is formatted in XML based on the resource description framework (RDF) schema as specified in IEC 61970-552 CIM XML model exchange standard.

IEC 61970-456 specifies three profiles:

- The Steady State Hypothesis (SSH) profile that describe power flow application input variables such as voltage set points, switch statuses etc.
- The topology profile that describe a bus-branch model. A topology model may be created by a network model builder from a node-breaker model and SSH inputs or by a tool where a user interactively builds a topology model. A topology model is input to power flow applications.
- State variables solution from a power system case such as is produced by power flow or state estimation applications.

IEC 61970-456 describes the dynamic value inputs and solutions with reference to a power system model that conforms to IEC 61970-452 in this series of related standards. The separation of information into profiles also enables separation of data into documents corresponding to the profiles. In this way the profiles defined in this document generate small data documents compared with traditional bus-branch or node-breaker formats that include the network, the initial conditions and the result.

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, define at an abstract level the content and exchange mechanisms used for data transmitted between power system analyses applications, 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 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 document 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 document 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 document describes what that importing software must be able to interpret in order to consume power flow cases.

There are many different use cases for which use of this document is expected and they differ in the way that the document will be applied in each case. Implementers are expected to consider what use cases they wish to cover in order to know the extent of different options they must cover. As an example, this document 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 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 61970-452:2017, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 452: CIM static transmission network model profiles*

IEC 61970-453:2014, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 453: Diagram layout profile*

IEC 61970-552:2016, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 552: CIMXML Model exchange format*

3 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

4 Profile information

The profiles defined in this document are based on the UML version CIM16v33.

The profiles are listed in Table 1.

Table 1 – Profiles defined in this document

Name	Version	URI
SteadyStateHypothesis (SSH)	1	http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/SteadyStateHypothesis/1
Topology (TP)	4	http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/Topology/4
StateVariables (SV)	4	http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/StateVariables/4

5 Overview

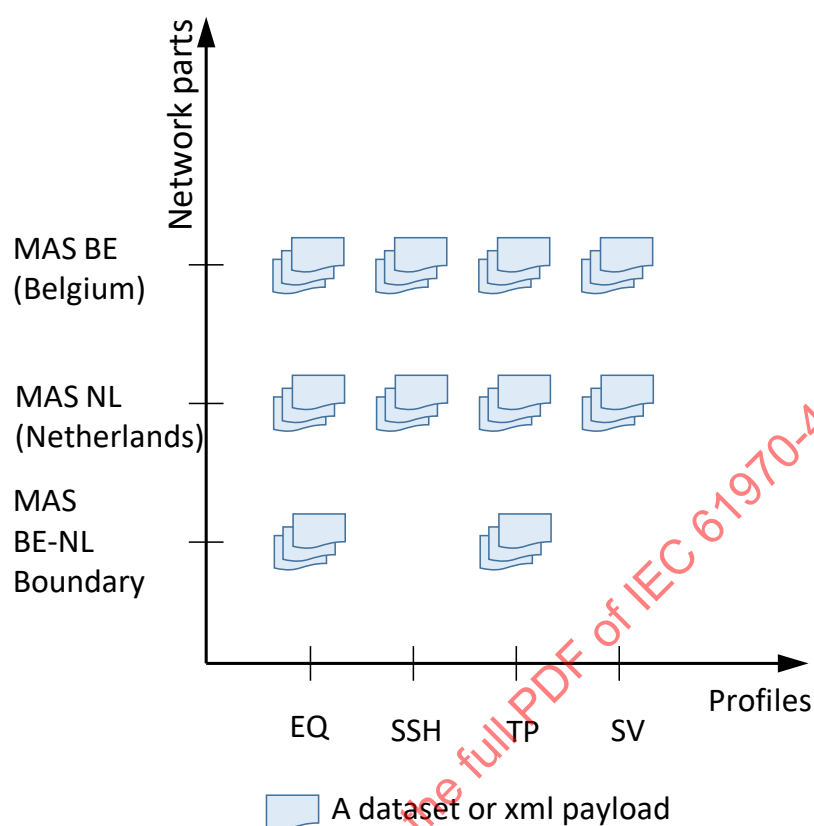
This document describes an interface standard in which XML payloads are used to transfer initial conditions and results created during typical steady-state network analysis processes (e.g. state estimation or power flow solutions). Major requirements/objectives driving the design of this document include:

- Power flow solution algorithms and outputs are virtually the same whether run in operations or planning contexts. State estimator output shares a common core with power flow. A single standard is desired so as to minimize software development and enable use cases that cross between environments.
- While some users of this standard might only be interested in the output state, the more general situation is that users continue to perform follow-on analyses (e.g. security analysis, voltage stability) and require both the input on which the solution was based and the output result.
- Real life analytical processes often involve a series of solutions in which most of the input data remains the same from one solution to the next, and the standard must support these processes in a way that does not repeat data unnecessarily.
- Power flow solutions tend to drift if the result from a power flow run is used as input to a subsequent power flow run. By preserving the initial conditions between power flow runs the solutions do not drift.

In order to meet these requirements, this document depends on modularizing the potentially voluminous overall input and output data into subsets that would each be realized as smaller, XML payloads. An instance of one of these subsets is referred to herein as a 'dataset'. Data set payloads are typically compressed to a zip archive.

Two types of partitioning into datasets are utilized. In the first, the data is modularized according to what kind of data is produced (which generally corresponds with what kind of application produces the data). CIM 'profiles' (subsets of the complete CIM) define the classes and attributes that make up of each kind of modularization. The second type of partitioning is by network parts, which divides data into sets of instances according to which utility or entity in an interconnection is responsible for the data. The party responsible for data is called the Model Authority of the data and the network parts are defined by Model Authority Sets (MAS). This partitioning occurs at the instance level and produces multiple datasets

governed by a profile and network part. Datasets from different MAS combine to form the complete set of data for that profile, Figure 1 illustrates this.



IEC/

Figure 1 – Relations between MAS, profile and dataset

Different IEC 61970 profiles are listed along the horizontal axis:

- EQ for equipment as described in IEC 61970-452.
- SSH for power flow initial data as described in this document.
- TP for topology data as described in this document.
- SV for state variables data as described in this document.

A few example Model Authority Sets are listed along the vertical axis:

- MAS BE represent a regional Model Authority Set for Belgium that is a network part defined by a Model Authority BE, e.g. the Belgian TSO.
- MAS NL represent a regional Model Authority Set for Netherlands that is a network part defined by another Model Authority NL, e.g. the Netherlands TSO.
- MAS BE-NL Boundary represent a Model Authority Set that is a network part for the boundary between MAS BE and MAS NL. The boundary network part is typically agreed mutually between Model Authority BE and NL.

The document symbol in Figure 1 describe a dataset packaged as a payload, e.g. a CIMXML document as described in IEC 61970-552.

The Model Authority Sets along the vertical axis in Figure 1 define parts of a network. Datasets belong to a Model Authority Set and this is indicated in Figure 1 by the horizontally aligned datasets at each MAS.

The profiles along the horizontal axis in Figure 1 describe a subset of the CIM canonical data used for a particular purpose. A dataset Figure 1 contain data for a specific profile and this is indicated in Figure 1 by the vertically aligned datasets at each profile.

At each crossing point between a Model Authority Set and profile there is a stack of datasets meaning that for this particular Model Authority Set and profile there may be many datasets e.g. representing different points in time or different study cases. The ways datasets can be created and combined is dependent on the use case. Specifications that better support use cases on how to combine datasets an explicit CIM model for Model Authority Sets is being developed and will be released in the future..

This document is flexible and designed to satisfy a wide range of analytical scenarios in the planning and operating business environments. We expect that where parties are using it to collaborate in some business process, those parties will often want to create additional business agreements that describe any restrictions and customizations of the document that are deemed necessary for their process. In most cases, these additional agreements will be local agreements and will not be IEC industry standards.

This document does not specify a serialization format on its own but does so in companion with specification for CIMXML payloads is defined in IEC 61970-552. This method of serialization has the several useful characteristic

- The serialization format for a profile is defined by rules in IEC 61970-552 that describe the format based on the semantic model from the profile.
- Valid XML describing a complete model could be achieved simply by concatenating the CIMXML documents for each partial or profile document. Thus 'merge' and 'extract' of pieces of the modeling require no separate 'stitching' instructions and is conceptually a very simple process.
- IEC 61970-552 also describes how payload headers provide information as to how payloads fit together.

Figure 2 shows some of the profiles that are covered by the IEC 61970-450 to IEC 61970-499 series and depicts the relationships between them. The profiles are defined in different IEC 61970-450 specifications where each specification defines a group of profiles:

- Static network model profiles defined in IEC 61970-452
 - Equipment profile. The static modelling information describing power system physical elements and their electrical connections;
 - Measurement profile that defines the existence of measurements and their relations to power system equipment.
- Schematic display layout exchange profiles defined in IEC 61970-453
 - Schematic layout exchange profile. Describe the elements of schematic or geographic displays that typically shall be amended when new elements are added to a network model.
- Initial and solved power system state profiles defined in IEC 61970-456 (this document)
 - Steady State Hypothesis profile that provide the initial conditions to power flow. This profile have numerous sources, e.g. State Estimator or cases set up in a study;
 - Topology profile. The topology result as is produced by a network model builder;
 - State Variables profile. The result of a power flow calculation.

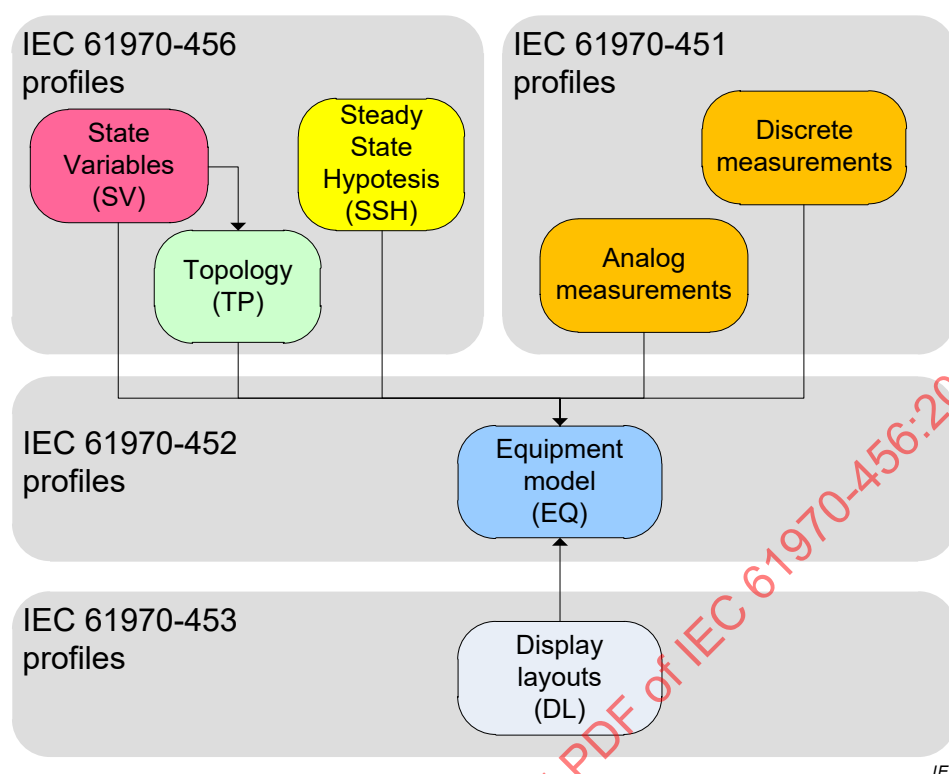


Figure 2 – Profile relationships

These modules satisfy the needs of network analysis business processes used in operations, in planning studies, as well as for transfers between operations and planning. The IEC 61970-451 profiles that support transfer of SCADA measurements to EMS applications do not yet exist and is planned work.

Network models used in operations include detailed descriptions of measurements and their location in the network and switching devices, such models are called node-breaker models. Network models used in planning may not have this level of detail and typically exclude measurements and switching devices. Instead of computing the power flow buses (TopologicalNodes) from switching device statuses the power flow buses are maintained manually.

It assumed that node-breaker and bus-branch models will be combined in the future to enable sharing of the same models between operations and planning.

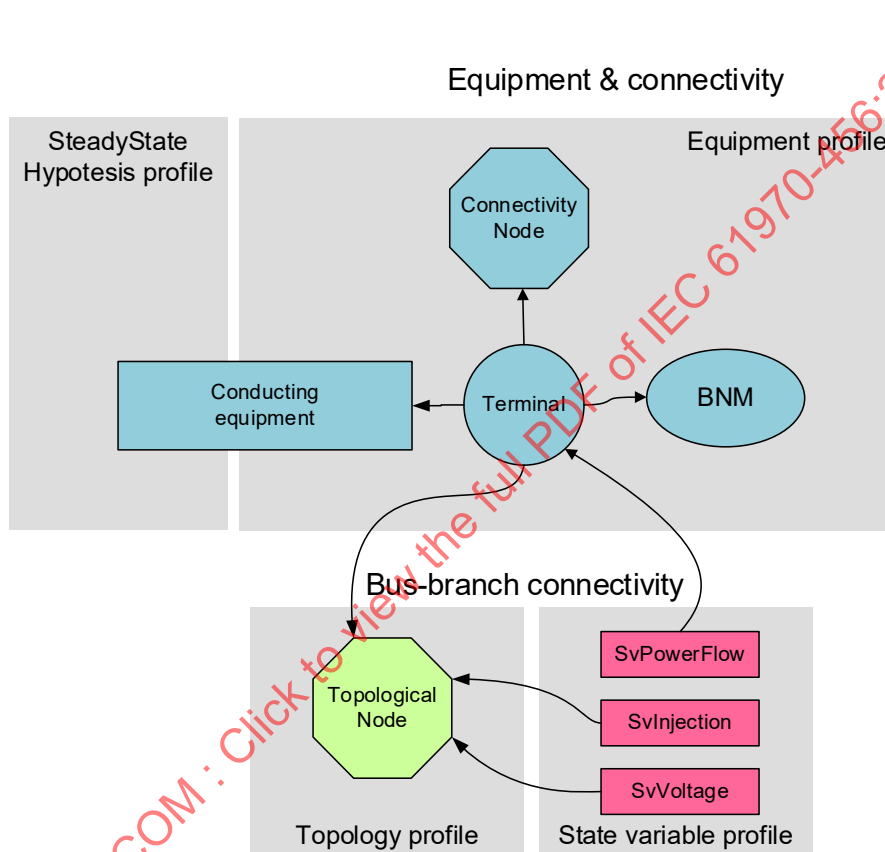
In Figure 2, an arrow between profiles indicates that there are relationships defined between classes in the two profiles. The directionality indicates that classes in the “from” profile depend on classes in the “to” profile. For data this means that “from” class data refers to or depends on “to” class data. Example: a dataset of an equipment model may have many Topology, State Variable and Steady State Hypothesis datasets that refer to it.

In IT-systems, datasets corresponding to the profiles in Figure 2, are exchanged between functions and/or applications. Some examples of applications and their dataset exchange are described in Clauses 6 and 7.

The equipment model has equipment connectivity described by the ConnectivityNode and Terminal classes, refer to Figure 3. The Terminal class is central in that it support Equipment, Topology, State Variables, Steady State Hypothesis and Diagram Layout profiles. Within the Equipment profile the Terminal associate ConnectivityNodes with ConductingEquipment and

provide multi Terminal equipment (e.g. Switches, ACLinesegments etc.) with well-defined equipment “sides”.

The Equipment and Steady State Hypothesis profiles are the basis for network model building and power flow calculation. The Topology profile describe power flow busses, TopologicalNodes that are used as input by a power flow calculation. TopologicalNodes are created in a step preceding the actual power flow solution and can be the result of a network model builder using ConnectivityNodes as input or by manual editing in a bus-branch model editor. The state variables profile describes the result of a power flow application, refer to Figure 3.



IEC

Figure 3 – Connectivity model example

The arrows in Figure 3 describe references between the CIM objects. For a node-breaker model the TopologicalNodes are computed from switching devices connecting ConnectivityNodes and for a bus-branch model the TopologicalNodes are manually maintained.

A node-breaker model use ConnectivityNodes to describe how conducting equipment are connected. In topology processing all conducting equipment connected with each other through closed Switches are identified and conducting equipment Terminals are assigned to a TopologicalNode.

A bus-branch model use TopologicalNodes to describe how conducting equipment are connected. In this case the TopologicalNodes are manually maintained and the assignment of conducting equipment Terminals to TopologicalNodes is also manually maintained. The manually maintained TopologicalNodes have well known identifiers or “Bus numbers” that enables comparison of different studies on the same network.

In the case of a node-breaker models the TopologicalNodes are created by topology processing. BusNameMarkers (BNM) are used to avoid an arbitrary naming of TopologicalNodes resulting from topology processing, as described in 7.1.1. The TopologicalNodes in a bus-branch model imply that the Switches in a corresponding node-breaker model have specified Switch statuses (Switch.open). By creating BusNameMarkers for one or more such sets of Switch statuses and use the BusNameMarker names to name the TopologicalNodes generated by topology processing it is possible to preserve the TopologicalNode names. Variations in Switch statuses is managed by adding as many BusNameMarkers as needed to support the wanted variations.

This use of BusNameMarkers preserve TopologicalNode names but not the mRID (the rdf:ID/rdf:about in IEC 61970-552). Hence TopologicalNode mRIDs will vary between different topology processing runs. In version 17 of the canonical UML the information model has been modified to support preserving the TopologicalNode mRIDs (this version of the profile is based on version 16 of the canonical UML).

An equipment model using ConnectivityNodes may not necessarily have any switches. A simplified equipment model can initially be created without switches similar to a bus-branch model. This enables mixing detailed node-breaker models having switches with simplified bus-branch style models without switches as both describe connectivity using ConnectivityNodes. This is useful when operational models are to be combined with planning models to verify that the planned extensions work with existing operational models.

6 Use cases

6.1 Overview

This clause describes how the standard should be applied in business problems and gives examples of some scenarios.

Network applications use a bus-branch model in the basic power flow calculation where the branches are non-zero impedance elements. Real power systems have measurements and switching devices that are not described in bus-branch models but in node-breaker-models. So, to run network calculations on a node-breaker model a bus-branch model where all zero impedance elements have been removed is created. In many study situations, it is impractical to deal with all the details in a node-breaker model, hence studies often use a bus-branch model for building study cases. The Steady State Hypothesis profile describes the data, e.g. switch statuses, needed to transform a node-barker model into a bus-branch model.

A large interconnected power network is typically divided into regions with a system operator that is responsible for operating the power network within a region. With increased and stronger interconnections between the regions the mutual dependency between the regions increases. A consequence is that a power flow set up for a particular region must also include a substantial part of the neighboring regions including both EQ and SSH data. Figure 4 shows an example from Europe.

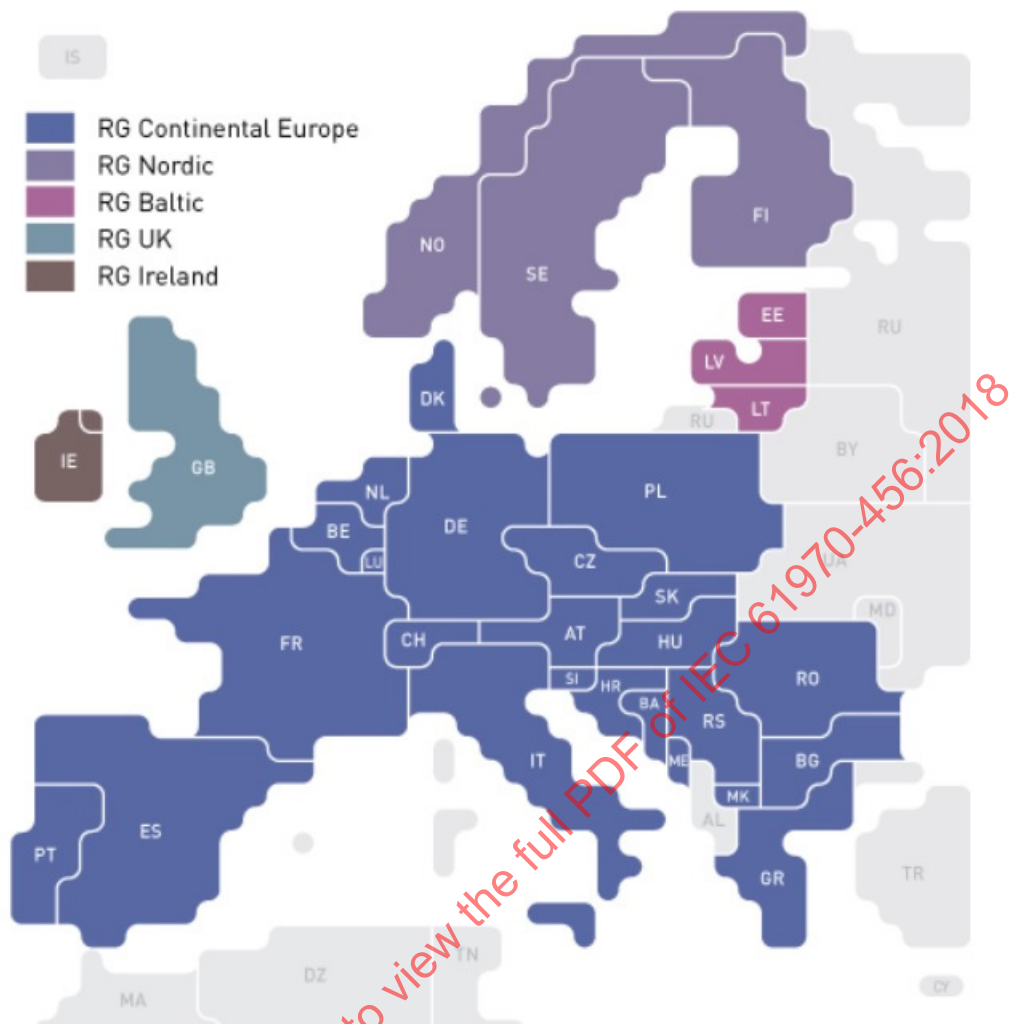
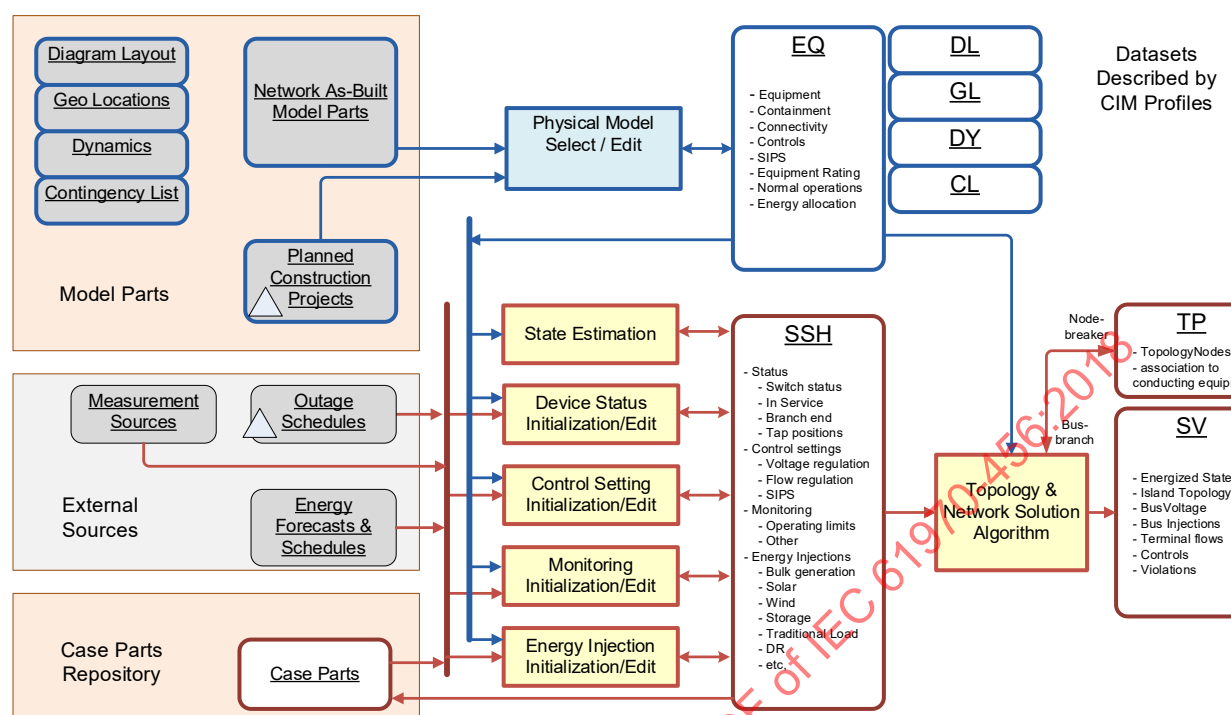


Figure 4 – The European power system with regions

The Case building process includes many sources of SSH data, as shown in Figure 5.



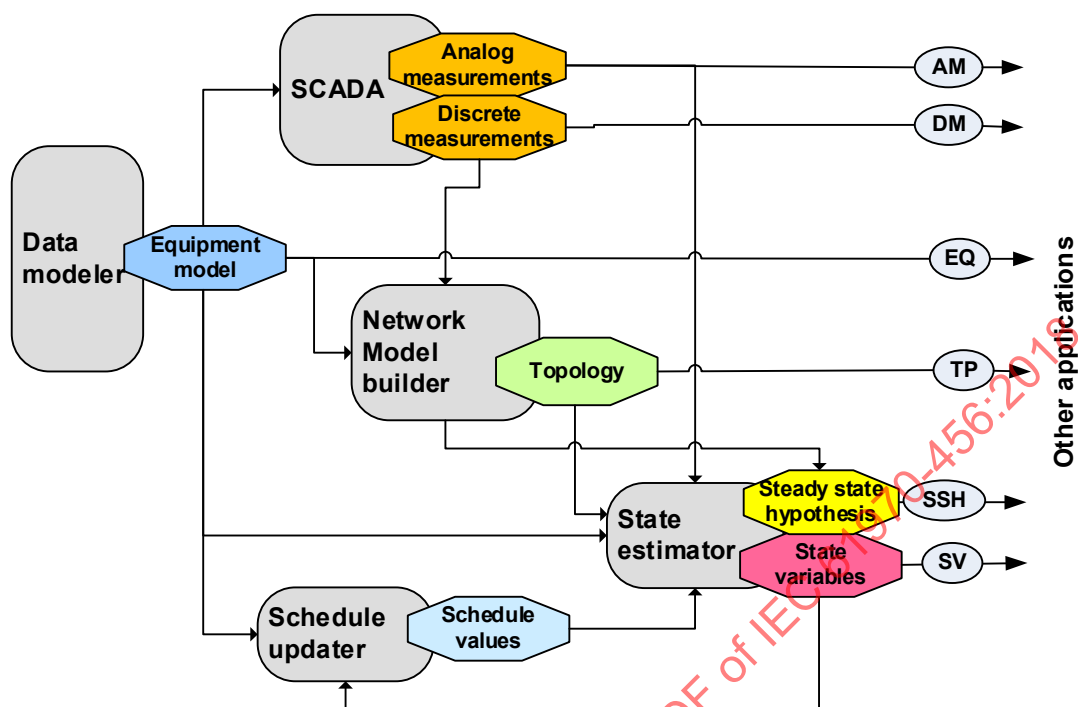
IEC

Figure 5 – Information exchange in power flow and sharing of results

Figure 5 describes how input to Power Flow calculation has many different possible sources. State Estimation and measurements create SSH data as input to Power Flow calculations. Case building includes selecting and combining data from different sources to form a complete input to a Power Flow study. The Steady State Hypothesis (SSH), Topology (TP) and State Variables (SV) are in scope of this specification. Other interfaces indicated in Figure 5 are outside the scope of this specification.

6.2 EMS network analysis integration

An architecture for transfer of data from a SCADA/EMS to other applications is shown in Figure 6.



IEC

Figure 6 – EMS datasets to an external client

The following interfaces are shown in Figure 6:

- EQ: Equipment model data as described in IEC 61970-452;
- DM: network discrete measurements dataset;
- AM: network analog measurements dataset;
- TP: Topology dataset from Network model builder;
- SV: State Variables dataset from state estimator;
- SSH: Steady State Hypothesis from the Network Model builder and State Estimator is an output that can be used as input to Power flow calculations as shown in Figure 7.

6.3 Power flow based network analysis

Architecture for Power Flow based applications on node-breaker models is presented in Figure 7.

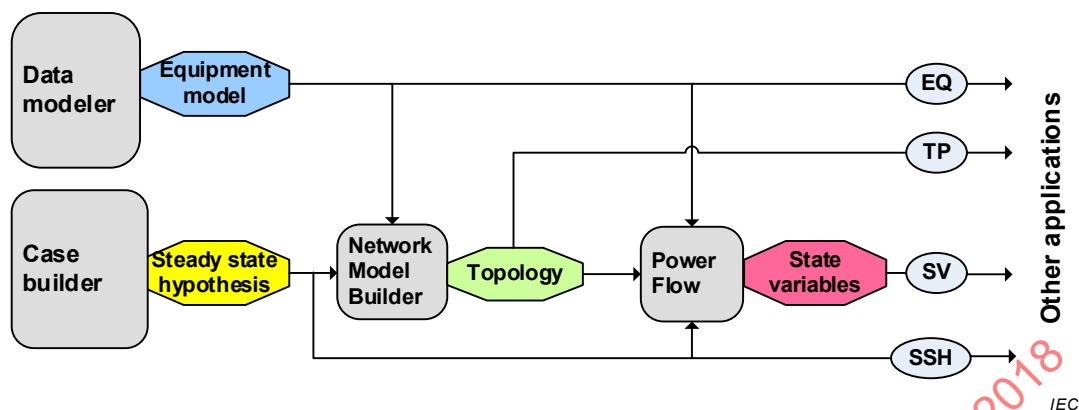


Figure 7 – Node-breaker power flow Integration architecture

SSH and EQ data are the result of the Case builder activity. The Case builder activity produces all inputs needed for the Power Flow in addition to the Equipment model. SSH data may also be provided by the State Estimator as in Figure 6.

Architecture for Power Flow based applications on bus-branch models is presented in Figure 8.

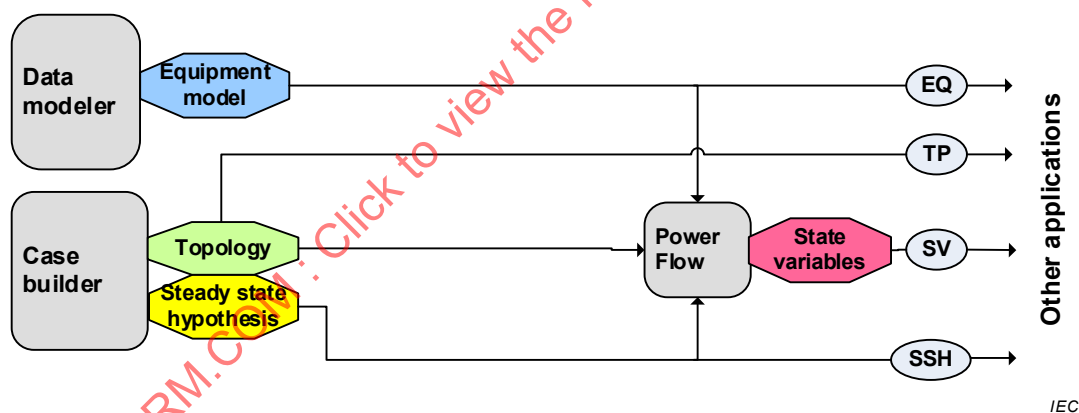


Figure 8 – Bus-branch power flow Integration architecture

SSH, TP and EQ data are the result of the Case builder activity. The Case builder activity produces all inputs needed for the Power Flow in addition to the Equipment model.

Figure 7 and Figure 8 describe the case when all inputs to the power flow are known. For a large power network with many interconnected regions this may mean that data for many of the regions is collected and assembled to form the study case. In many study situations, a large number of power flow calculations are run, e.g. congestion forecast, and the case set up is automated without requirement for human intervention. This implies that the regional network models are described such that they can be assembled automatically. This is done with a method where the boundaries between the regions are described by separate boundary model authority sets that are used as an interface between the regions.

A way to solve the power flow for a regional network part without the neighbouring network parts is to represent the neighbours with equivalent injections connected to the boundary network part as shown in Figure 9.

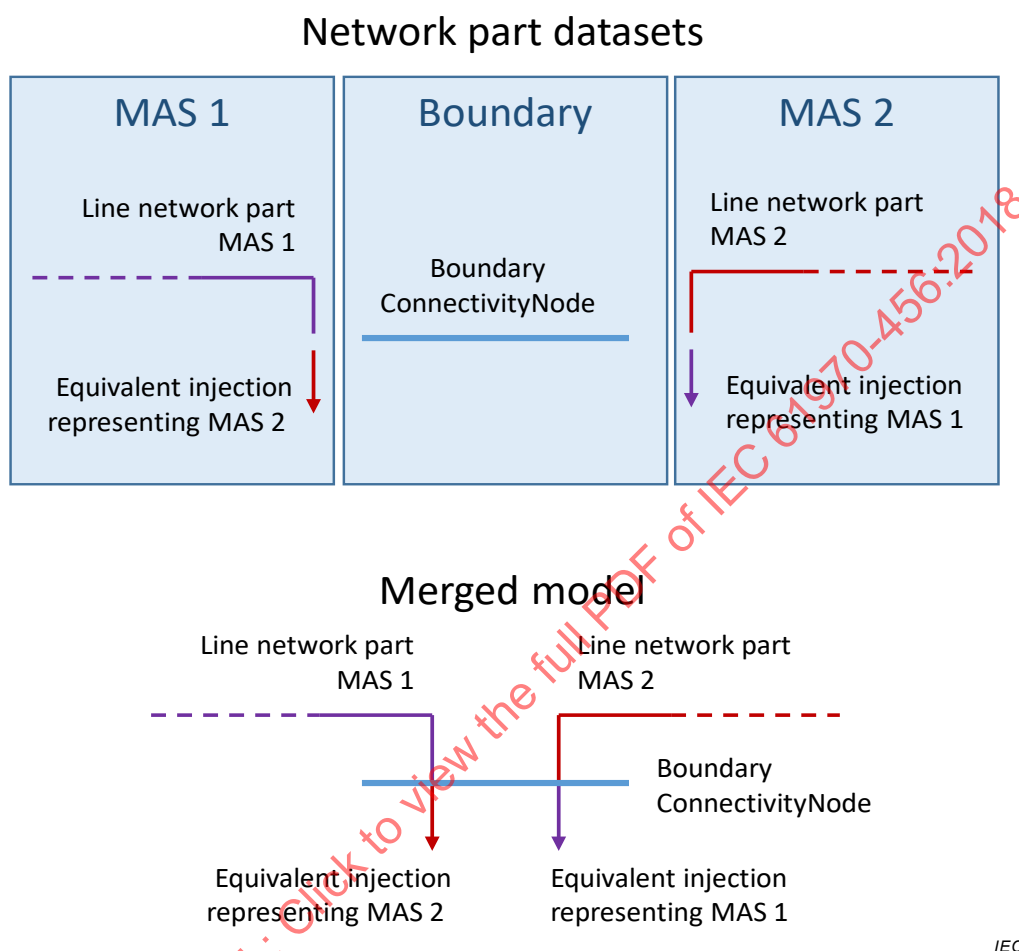


Figure 9 – Boundary injection model

Note that the two equivalent injections in Figure 9 are always present and integral parts of the model authority sets describing the regional network parts. The upper part in Figure 9 show the regional network parts before merging and the lower part show the assembled network model.

The equivalent injections in the boundary are used to verify that it is possible to solve the power flow for the regional network without the neighbouring network parts. In an assembled network model the boundary injections are ignored to avoid errors from differences in SSH injection values between the two equivalent injections. It is not described in data being exchanged (e.g. EQ or SSH data) whether to ignore the boundary injections. Instead the context for the data being exchanged decides when to ignore the boundary injections, e.g. data exchanges for congestion forecasting in Europe.

Another way to manage injections at boundaries is to treat the reduced representation of the network at the other side of the boundary as separate model authority sets as shown in Figure 10.

Network part datasets

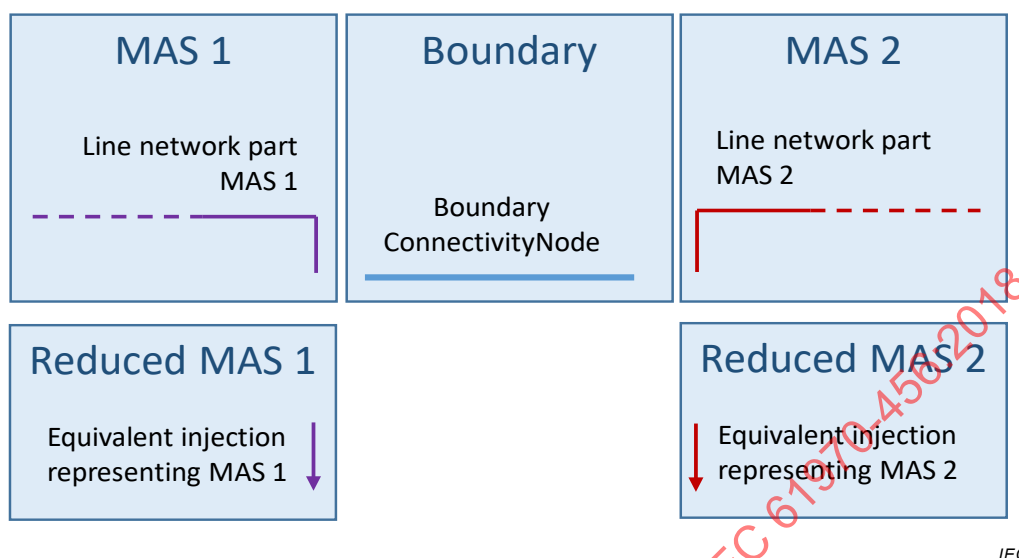
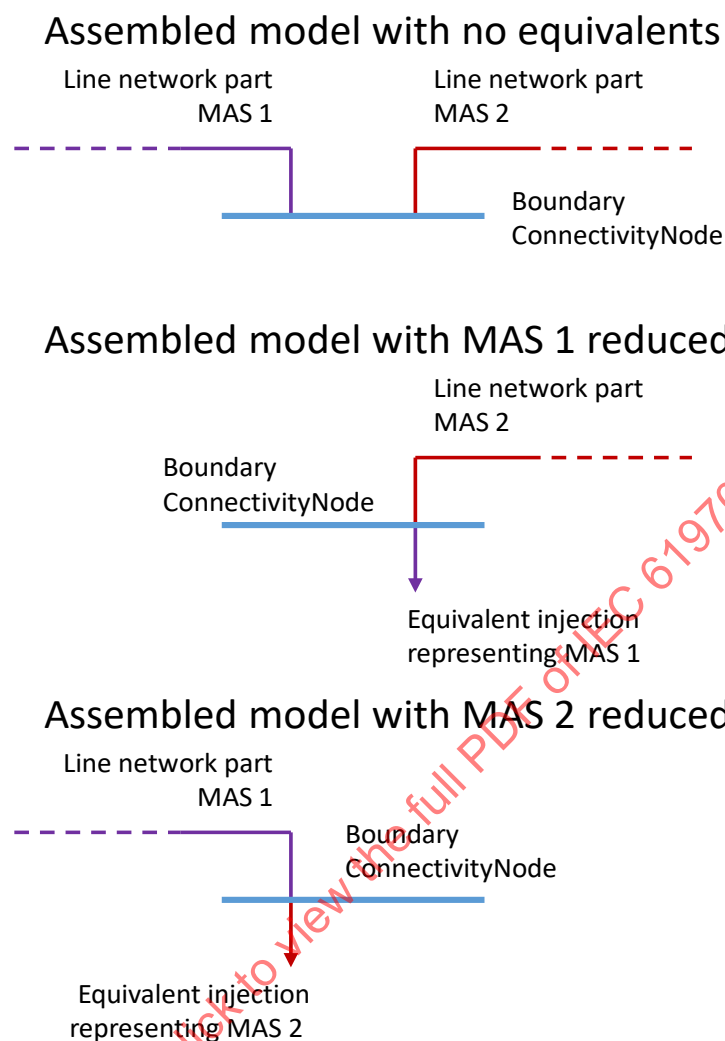


Figure 10 – Alternate boundary modelling

In Figure 10 the two model authority sets “Reduced MAS 1” and “Reduced MAS 2” have simplified equivalents. More complex equivalents than this are of course possible. The model authority sets in Figure 10 can then be combined as shown in Figure 11.



IEC

Figure 11 – Assembled model alternatives

When regional model authority sets MAS 1 and MAS 2 are assembled, refer to upper part of Figure 11, no equivalents are included that need special treatment when solving a power flow. When power flow is run for a regional network without the neighbouring networks the equivalent injections are used instead as shown in the lower part of Figure 11.

The use of equivalent injections as shown in Figure 9 violates the original and intended use of equivalent injections. In this case a power flow needs to recognize an assembled case and then ignore the equivalent injections. Hence it is recommended not to use this modeling practice.

The use of equivalent injections as shown in Figure 10 complies with the original and intended use of equivalent injections and is the recommended usage.

The use cases described in this clause overlap with IEC 61970-452 and the EQ profile. As this document is intended for TP, SV and SSH profiles the next edition (Edition 3) will be better coordinated with IEC 61970-452.

7 Data model with CIMXML examples

7.1 Use of the interfaces

7.1.1 Overview

Input to Network model building is the Equipment model data and Steady State Hypothesis data. The output is Topology data that is addressed in this clause. Its purpose is to provide a bus-branch model described by TopologicalNodes needed by state estimation or any other power flow based application as input. ConnectivityNode in the Equipment model is the input to the Network model building for creation of the TopologicalNodes.

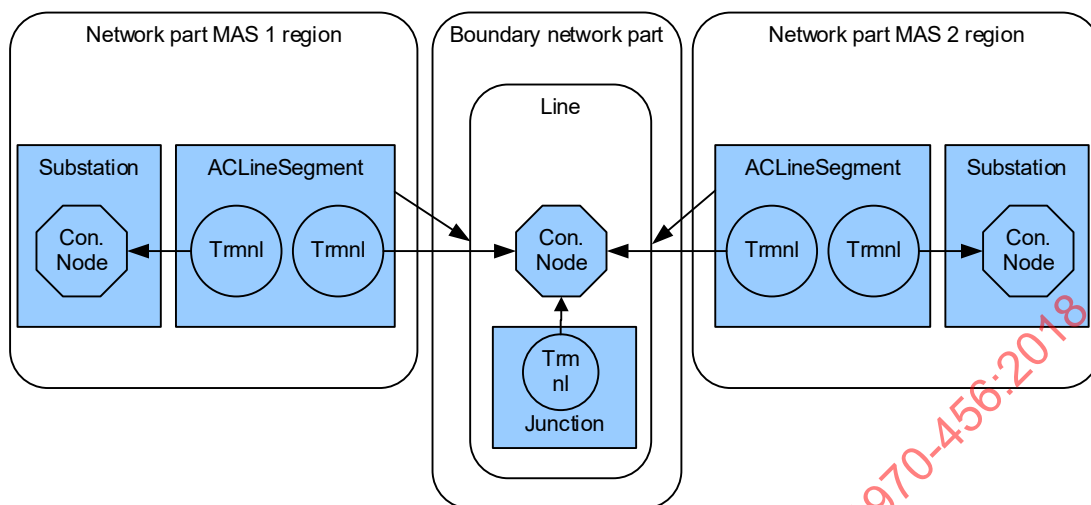
A Topology dataset always depends on an Equipment dataset. Hence a Topology dataset refers to the Equipment dataset on which it is based, and in most use cases, this is the Equipment dataset that the consumer will want to use. This does not prevent its attempted use with other Equipment datasets, which may make sense in some use cases. Basically, the only software requirement is that all the external references from the Topology dataset resolve to objects in the Equipment dataset that it is used with. If a Topology dataset was created by a network model builder using switch statuses from a Steady State Hypothesis dataset the Topology dataset may have a reference to the Steady State Hypothesis dataset.

A network model builder will generate the TopologicalNodes at each run and with potentially different switch statuses from the Steady State Hypothesis dataset. To enable the comparison of network topologies the identity associated with the main buses of each substation shall be the same and stable. CIM modeling allows the modeler to provide input data to identify the main buses and provide direction as to how bus identity is to be created in the topology processing algorithm by the use of BusNameMarkers. If modelers provide BusNameMarkers, and establish multiple main buses separated by retained Switches wherever bus splits are common, then the TopologicalNodes can have consistent names from one Topology dataset to another. The CIM BusNameMarker class provides a way to give a persistent name to TopologicalNodes. A Network model builder can copy the name from a BusNameMarker to the TopologicalNode given that a BusNameMarker is present at a Terminal linked to the TopologicalNode. In cases where multiple BusNameMarkers are present at the same TopologicalNode, a priority is used to select the BusNameMarker. Note that:

- A BusNameMarker is related to Terminal which means that a ConductingEquipment must be present to allow placement of a BusNameMarker.
- BusNameMarkers that may appear at the same TopologicalNode must have strict priority ordering to provide over time consistent naming of TopologicalNodes.
- The BusNameMarker mRID cannot be copied to the TopologicalNode as this will break the uniqueness requirement for mRIDs if TopologicalNodes are not persistent in the exchanged document.

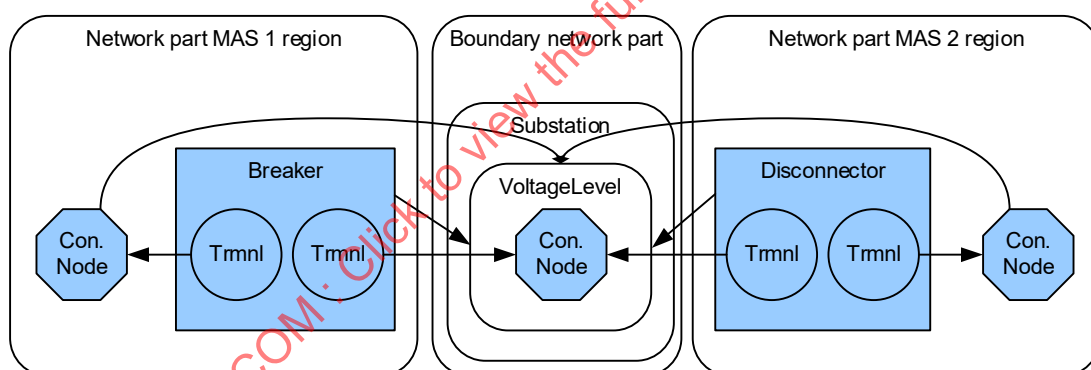
7.1.2 Network model boundaries

ConnectivityNodes also form the interface point in boundary datasets between network parts as shown in Figure 12 and Figure 13.



IEC

Figure 12 – Line boundary dataset example



IEC

Figure 13 – Substation boundary dataset example

The following abbreviated CIM class names are used in Figure 12 and Figure 13:

- Con.Node = CIM ConnectivityNode;
- Top.Node = CIM TopologicalNode;
- Tmnl = CIM Terminal.

The arrows reflect the directions of references as defined in the profile documents and instantiated in datasets. All references are going from the regional network parts into the boundary network part and the boundary network part has no references outside itself. Hence the boundary network parts are self-contained and not dependent on any other network parts.

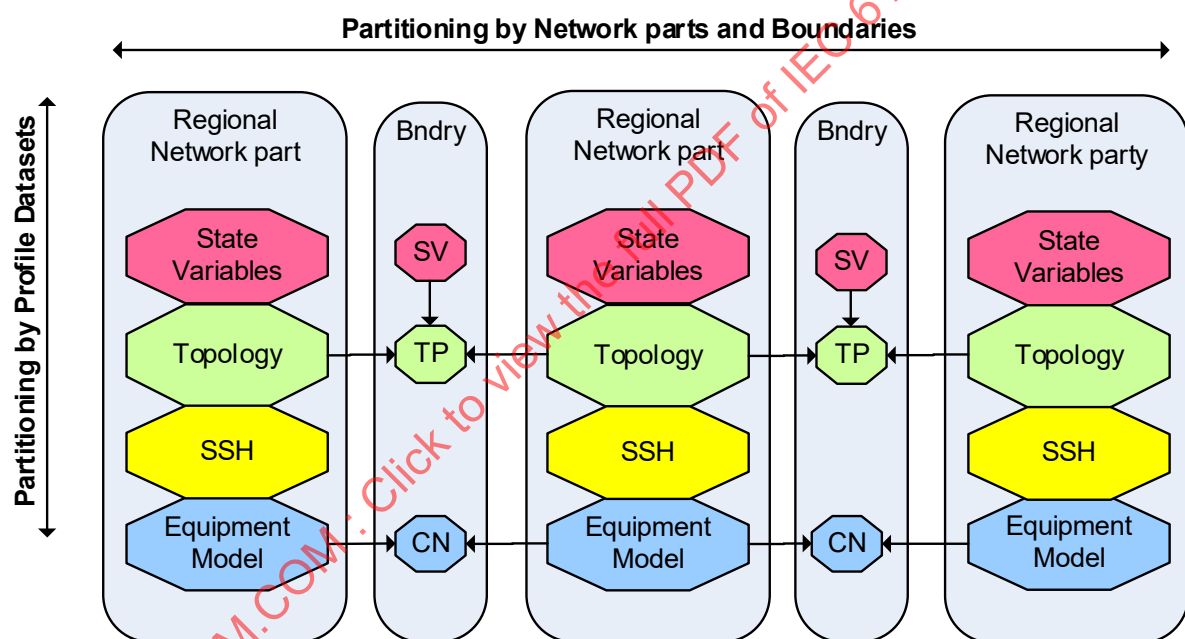
Figure 12 shows a Line between two Substations in different regional network parts named “Network part MAS 1” and “Network part MAS 2”. The boundary network part is described with a Line and a ConnectivityNode. To describe the physical location of the ConnectivityNode a

Junction may be added to the ConnectivityNode. The ACLineSegments are described in the regional network parts but are contained by the Line in the boundary as well as being connected to the ConnectivityNode in the boundary. A boundary network part may also have a Substation instead of a Line as shown in Figure 13. In this case the Substation, a VoltageLevel and a ConnectivityNode is in the boundary network part while the rest of the Substation equipment is defined within the regional network parts.

Figure 14 shows how an assembled Power Flow case is partitioned in two ways:

- Regions separated by boundaries.
- Data sets according to CIM profiles.

In splitting CIMXML documents corresponding to the cross section between regions and profile data sets a large network can be described by many smaller XML documents as shown in Figure 14.



IEC

Figure 14 – Power Flow on an assembled model

Figure 15 show the same partitioning as shown in Figure 14 but for a single regional network part. Steady State Hypothesis injections in the boundary representing the regional network parts are indicated with “BI” for boundary injection. As described in Figure 11 the boundary injections are only used when power flow is solved for a single regional network part. When solving power flow for multiple regional network parts the boundary injections between them are ignored.

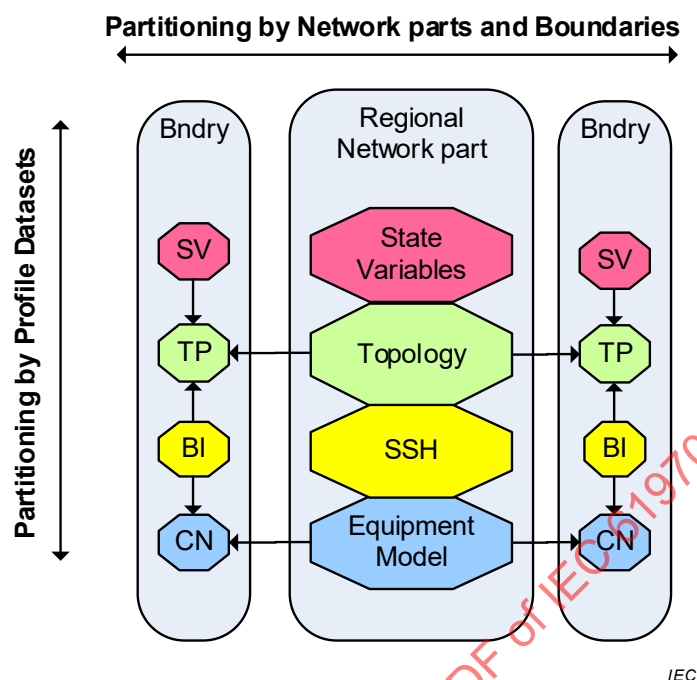


Figure 15 – Power Flow on a regional network part

7.1.3 Bus-branch and node-breaker models

A network model can be described in two different levels of detail:

- Bus-branch model without any substation details.
- Node-breaker model with switches and measurement details.

Bus-branch models use `TopologicalNodes` for connectivity `ConnectivityNodes` while node-breaker models have use `ConnectivityNodes` separated by `Switches` (Breakers, Disconnectors). Network model building involves reducing away `Switches` based on the inputs `Switch.open`, `Equipment.normallyInService`, `ACDCTerminal.connected` and creating corresponding `TopologicalNodes`. By using `BusNameMarkers` the names of the `TopologicalNodes` resulting from Network model building can be made persistent with `TopologicalNodes` in a bus-branch model. Persistency of the `TopologicalNode` itself and its mRID is not supported however.

One of the inventions in CIM is the support of mixed bus-branch and node-breaker models. This is made possible by the linkage between `ConnectivityNode` and `TopologicalNode` as shown in Figure 16.

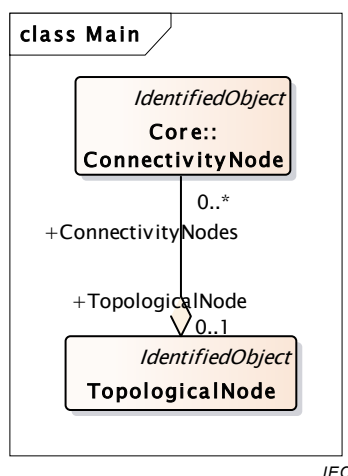


Figure 16 – CIM relation between ConnectivityNode and TopologicalNode

When a Network model builder creates a bus-branch model from a node-breaker model the **TopologicalNodes** and the link **ConnectivityNode** to **TopologicalNode** are created. There are several methods to do this:

- Use the **BusNameMarker** names from node-breaker model to match the bus-branch model **TopologicalNodes** and merge the **Topology** models at the time of Network model building. Note that using names is an insecure way of merging **TopologicalNodes**. Preferably persistent **TopologicalNodes** should be used instead. This will be possible once **TopologicalNodes** are made persistent.
- Convert bus-branch equipment and topology models to node-breaker equipment models and assemble the equipment models. This is done by creating **ConnectivityNodes** and **BusNameMarkers** from the **TopologicalNodes** in the bus-branch models.

The rules for the Network model building are

- Calculate **TopologicalNodes** from **ConnectivityNodes** by processing **Switch.open** and **ACDCTerminal.connected**. An open ended branch results in a **TopologicalNode** at the open end to keep the voltage and angle.
- Exclude all equipment where **Equipment.normallyInService=false** from power flow.

In a bus-branch model, a bus split and transfer of a line between split buses is illustrated in Figure 17. This can be modeled as follows:

- A voltage level should be represented with two busses (**ConnectivityNodes**) with a retained switch (**Switch.retained=true**) between them with the bus tie closed. The switch will be treated as a zero impedance logical branch within the power flow.
- The bus may then be split by opening the bus coupler switch, as shown in Figure 17.
- Transfer of a branch or other equipment between bus bars cannot be made with switching. Instead, the equipment model is updated so that branch/equipment terminal link to the **ConnectivityNode** is updated.
- Opening of an **ACLineSegment** end can be made by using the **ACDCTerminal.connected** flag. In this case a **TopologicalNode** that represents the voltage at the open **ACLineSegment** end is needed.

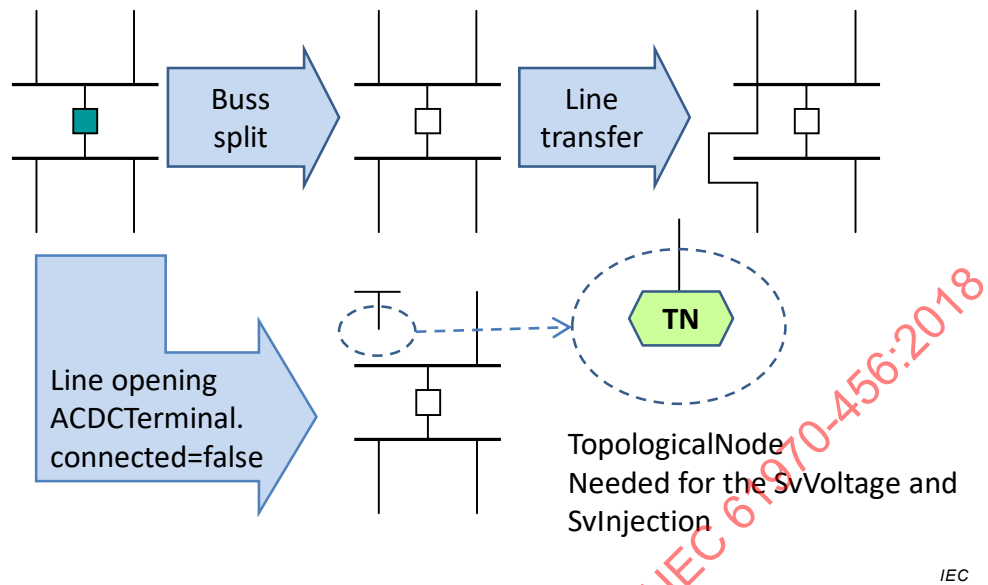


Figure 17 – Bus-branch modeling of bus coupler and line transfer

7.2 Topology (TP) interface

The CIM for topology is shown in Figure 18. For the TP profile refer to Clause 8.

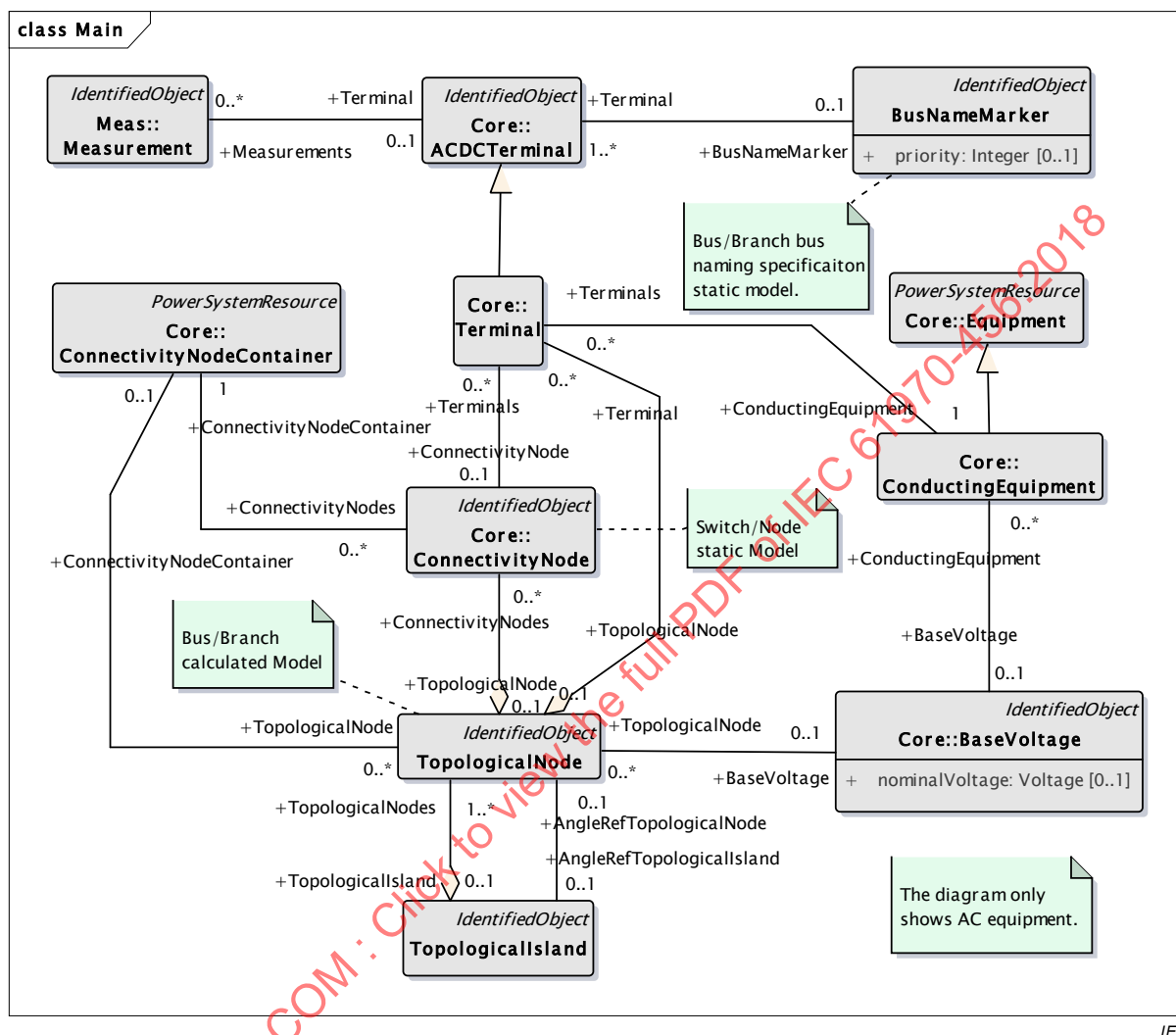


Figure 18 – CIM topology model

Figure 18 shows the CIM UML for the Topology interface.

A dataset example based on the model in Figure 18 and the corresponding Topology profile is shown in Figure 19.

```

<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:cim="
http://iec.ch/TC57/2013/CIM-schema-cim16#">

  <cim:TopologicalNode rdf:ID="_fe3b0741-0393-4f3f-9863-7658d6e61a60">
    <cim:IdentifiedObject.name>BLO0400SUBNET_7048</cim:IdentifiedObject.name>
    <cim:TopologicalNode.BaseVoltage rdf:resource="#_f9872320-6d88-43d1..."/>
    <cim:TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer rdf:resource="#_8837228a..."/>
  </cim:TopologicalNode>

  <cim:TopologicalNode rdf:ID="_aled01d2-700c-4360-92cd-c4961eacd1eb">
    <cim:IdentifiedObject.name>BLO0220SUBNET_7067</cim:IdentifiedObject.name>
    <cim:TopologicalNode.BaseVoltage rdf:resource="#_f9872320-6d88-43d1..."/>
    <cim:TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer rdf:resource="#_8837228a..."/>
  </cim:TopologicalNode>

  <cim:TopologicalNode rdf:ID="_325a0d99-4e2c-4456-8ed5-3af7cad51df6">
    <cim:IdentifiedObject.name>BLO0220SUBNET_7082</cim:IdentifiedObject.name>
    <cim:TopologicalNode.BaseVoltage rdf:resource="#_8b09c1fa-447a-4a0b-baca..."/>
    <cim:TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer rdf:resource="#_f06f9c19-3123..."/>
  </cim:TopologicalNode>

  ...

  <cim:Terminal rdf:about="#_caec8e6b-6936-4926-89d5-76910fdae26b">
    <cim:Terminal.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98..."/>
  </cim:Terminal>

  <cim:Terminal rdf:about="#_da219c6a-d43b-4ac1-ab52-4212e9283c08">
    <cim:Terminal.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98..."/>
  </cim:Terminal>

  <cim:Terminal rdf:about="#_fe6773e3-14dc-4539-8899-2ceaed0ff46a">
    <cim:Terminal.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98..."/>
  </cim:Terminal>

  <cim:Terminal rdf:about="#_b8bd4d23-c102-4d8e-8acc-1cd5b138119a">
    <cim:Terminal.TopologicalNode rdf:resource="#_aled01d2-700c-4360-92cd-c4961eacd1eb..."/>
  </cim:Terminal>

  ...

  <cim:ConnectivityNode rdf:about="#_e6250f56-230d-4be8-a0e7-b8a0d91679b1">
    <cim:ConnectivityNode.TopologicalNode rdf:resource="#_aled01d2-700c-4360-92cd-c4961eacd1eb..."/>
  </cim:ConnectivityNode>

  ...

</rdf:RDF>

```

IEC

Figure 19 – Topology solution interface

A CIM XML example based on the model in Figure 20 is shown in Figure 21.

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:cim="http://iec.ch/TC57/2013/CIM-schema-cim16#">

  <cim:TopologicalIsland rdf:ID="_20e3b9de-5d6e-4f36-9435-6fd02e234e67">
    <cim:IdentifiedObject.localName>_1001</cim:IdentifiedObject.localName>
    <cim:TopologicalIsland.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98...>
    <cim:TopologicalIsland.TopologicalNode rdf:resource="#_325a0d99-4e2c-4456-8e...>
    ...
    <cim:TopologicalIsland.AngleRefTopologicalNode rdf:resource="#_20e3b9de-5d6e...>
  </cim:TopologicalIsland>

  ...

  <cim:SvInjection rdf:ID="_e7a35941-f376-47c4-950e-41cf06e3b838">
    <cim:SvInjection.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98...>
    <cim:SvInjection.pInjection>123</cim:SvInjection.pInjection>
    <cim:SvInjection.qInjection>456</cim:SvInjection.qInjection>
  </cim:SvInjection>

  <cim:SvInjection rdf:ID="_85f1c150-7308-41b0-bb7e-25ed518cc67d">
    <cim:SvInjection.TopologicalNode rdf:resource="#_325a0d99-4e2c-4456-8e...>
    <cim:SvInjection.pInjection>123</cim:SvInjection.pInjection>
    <cim:SvInjection.pInjection>123</cim:SvInjection.pInjection>
    <cim:SvInjection.qInjection>456</cim:SvInjection.qInjection>
  </cim:SvInjection>

  ...

  <cim:SvVoltage rdf:ID="_e3a9aac0-2b0c-404b-929a-f30299fb2dc5">
    <cim:SvVoltage.TopologicalNode rdf:resource="#_325a0d99-4e2c-4456-8e...>
    <cim:SvVoltage.v>400</cim:SvVoltage.v>
    <cim:SvVoltage.angle>11.2</cim:SvVoltage.angle>
  </cim:SvVoltage>

  <cim:SvVoltage rdf:ID="_85f1c150-7308-41b0-bb7e-25ed518cc67d">
    <cim:SvVoltage.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98...>
    <cim:SvVoltage.v>400</cim:SvVoltage.v>
    <cim:SvVoltage.angle>10.3</cim:SvVoltage.angle>
  </cim:SvVoltage>

  ...

  <cim:SvPowerFlow rdf:ID="_85464e5f-2011-4d8c-89b1-0355de6eac53">
    <cim:SvPowerFlow.Terminal rdf:resource="#_caec8e6b-6936-4926-89d5_...>
    <cim:SvPowerFlow.p>123</cim:SvPowerFlow.p>
    <cim:SvPowerFlow.q>456</cim:SvPowerFlow.q>
  </cim:SvPowerFlow>

  ...
</rdf:RDF>
```

IEC

Figure 21 – State solution interface example

7.4 Steady State Hypothesis (SSH) interface

The SSH profile is a subset of control variables located at the equipment CIM classes. As SSH just have attributes and no relations a UML diagram will show classes with a few attributes in them. Hence no UML diagram showing the profile is included; instead, refer to Clause 8.

8 Profiles

8.1 Comments and notes

The CIMXML data format described in IEC 61970-552 uses the XML attributes `rdf:ID` and `rdf:about` for object identification. Generally for IEC 61970 profiles the `IdentifiedObject.mRID` UML attribute is mapped to the `rdf:ID` and `rdf:about` XML attributes, hence the `IdentifiedObject.mRID` is not needed in CIMXML based exchanges. However `IdentifiedObject.mRID` is optionally included for the purpose of better compatibility with XML Schema based datasets that rely on the `mRID` attribute for object identification.

Note that the `IdentifiedObject.mRID` is only included in profiles for classes where objects are created with a full description, e.g. `TopologicalIslands` that are created when connectivity for `TopologicalNodes` are analysed in a power flow.

Notes on the profiles

a) SSH EquivalentInjection

- 1) `EquivalentInjection.regulationStatus` and `EquivalentInjection.regulationTarget` are required attributes if the `EquivalentInjection` is connected to a non-Boundary node.

b) SSH Generating unit

- 1) The active power slack is specified by using the multiple generator slack participation factor in CIM. In case `GeneratingUnit.normalPF` is set to one and all other generating units have a zero participation factor the `GeneratingUnit` which has `normalPF` equal to one will be the active power slack for the `ControlArea` to which it belongs. In case of multiple generators all these `GeneratingUnit(s)` have non-zero `normalPF`, but there must be one `GeneratingUnit` per control area that have maximum participation factor (`GeneratingUnit.normalPF`).
- 2) In case of exchange of steady state hypothesis (non-solved model) or solved model `normalPF` can be non-zero only for generators which are in operation (participate in the load flow).
- 3) In case of exchange of steady state hypothesis (non-solved model, i.e. SV profile is not exchanged) the tools should assign the slack node.

c) SSH RegulatingControl

- 1) Note that `RegulatingControl.targetDeadband` is primarily used if the `RegulatingControl.discrete` is set to "true". Tools should handle cases in which `RegulatingControl.targetDeadband` has a value if `RegulatingControl.discrete` is set to "false" or cases in which `RegulatingControl.targetDeadband` equals zero.
- 2) Note that for instance, if the `targetValue` is 100 kV and the `targetDeadband` is 2 kV the range is from 99 to 101 kV."

d) SSH VsConverter

- 1) Note that for `ACDCConverter.targetPpcc` load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node.
- 2) Note that for `VsConverter.targetQpcc` load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node.

e) SSH ACDCConverter

- 1) Note that for `ACDCConverter.targetPpcc` load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node.

- f) Simple_Float, all profiles
 - 1) Value type is IEEE 754 simple precision floating point.
- g) TP TopologicalNode
 - 1) ConnectivityNodeContainer is an abstract class. It is used in the TopologicalNode to generate the TopologicalNode. ConnectivityNodeContainer association that is a pointer to ConnectivityNodeContainer concrete subclasses in the Equipment Profile.
 - 2) BaseVoltage is an abstract class. It is used in the TopologicalNode to generate the TopologicalNode.BaseVoltage association that is a pointer to BaseVoltage concrete class in the Equipment Profile.
- h) IdentifiedObject, all profiles
 - 1) IdentifiedObject.name is 32 characters maximum. It shall be consistent with the name of the object used in companies, in daily operation (e. g. in SCADA systems), in planning processes or in asset related systems and should allow inter-communicating of TSO, using general names.
 - 2) IdentifiedObject.name is inherited by many classes and is not required to be unique. Software developers should not count on this to link the power system mode.
 - 3) IdentifiedObject.description is 256 characters maximum.
- i) SV SvPowerFlow
 - 1) The active power flow into the ConductingEquipment. If the associated Terminal.connected status is "false", the flow specified in the SvPowerFlow.p should be zero.
 - 2) The reactive power flow into the ConductingEquipment. If the associated Terminal.connected status is "false", the flow specified in the SvPowerFlow.q should be zero.
 - 3) SvPowerFlow class is required to be instantiated for the following classes: subclasses of the RotatingMachine, subclasses of the EnergyConsumer, EquivalentInjection, ShuntCompensator, StaticVarCompensator and EnergySource.
- j) Conflicts between Equipment and SteadyStateHypothesis
 - 1) Some revisions of some equipment profiles (e.g. IEC 61970-452:2017) may include attributes that are also included in the SteadyStateHypothesis profile. When using an equipment profile that contains this duplication, the duplicate attributes in the SteadyStateHypothesis profile shall be considered optional. If the duplicated attributes are included in a SteadyStateHypothesis instance, then the values in the SteadyStateHypothesis shall override the corresponding values in the Equipment profile.

Subclauses 8.2, 8.3 and 8.4 contain tabular descriptions of the profile information model. All tables have the same structure that is shown below.

Attribute or role name	Cardinality	Data type	Description
------------------------	-------------	-----------	-------------

8.2 SteadyStateHypothesis profile

8.2.1 General

A Steady State Hypothesis dataset contains all objects required to exchange input parameters to be able to perform load flow simulations. Due to the nature of the SSH profile, all objects in a Steady State Hypothesis instance file should have persistent mRIDs.

Profile URI: <http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/SteadyStateHypothesis/1#>

8.2.2 Concrete Classes

8.2.2.1 ACDCConverterDCTerminal

Package: DC

A DC electrical connection point at the AC/DC converter. The AC/DC converter is electrically connected also to the AC side. The AC connection is inherited from the AC conducting equipment in the same way as any other AC equipment. The AC/DC converter DC terminal is separate from generic DC terminal to restrict the connection with the AC side to AC/DC converter and so that no other DC conducting equipment can be connected to the AC side.

Inherited Members

connected	1..1	boolean	see ACDCTerminal
-----------	------	---------	------------------

8.2.2.2 ActivePowerLimit

Package: OperationalLimits

Limit on active power flow.

Native members

value	1..1	ActivePower	Value of active power limit.
-------	------	-------------	------------------------------

8.2.2.3 ApparentPowerLimit

Package: OperationalLimits

Apparent power limit

Native members

value	1..1	ApparentPower	The apparent power limit.
-------	------	---------------	---------------------------

8.2.2.4 AsynchronousMachine

Package: Wires

A rotating machine whose shaft rotates asynchronously with the electrical field. Also known as an induction machine with no external connection to the rotor windings, e.g squirrel-cage induction machine.

Native members

asynchronousMachineType	1..1	AsynchronousMachineKind	Indicates the type of Asynchronous Machine
-------------------------	------	-------------------------	--

Inherited Members

p	1..1	ActivePower	see RotatingMachine
q	1..1	ReactivePower	see RotatingMachine
controlEnabled	1..1	boolean	see RegulatingCondEq

8.2.2.5 Breaker

Package: Wires

A mechanical switching device capable of making, carrying, and breaking currents under normal circuit conditions and also making, carrying for a specified time, and breaking currents under specified abnormal circuit conditions e.g. those of short circuit.

Inherited Members

open	1..1	boolean	see Switch
------	------	---------	------------

8.2.2.6 ConformLoad

Package: LoadModel

ConformLoad represent loads that follow a daily load change pattern where the pattern can be used to scale the load with a system load.

Inherited Members

p	1..1	ActivePower	see EnergyConsumer
q	1..1	ReactivePower	see EnergyConsumer

8.2.2.7 ControlArea

Package: ControlArea

A control area is a grouping of generating units and/or loads and a subset of tie lines (as terminals) which may be used for a variety of purposes including automatic generation control, powerflow solution area interchange control specification, and input to load forecasting. Note that any number of overlapping control area specifications can be superimposed on the physical model.

Native Members

netInterchange	1..1	ActivePower	The specified positive net interchange into the control area, i.e. positive sign means flow in to the area.
pTolerance	0..1	ActivePower	Active power net interchange tolerance

8.2.2.8 CsConverter

Package: DC

DC side of the current source converter (CSC).

Native Members

operatingMode	1..1	CsOperatingModeKind	Indicates whether the DC pole is operating as an inverter or as a rectifier. CSC control variable used
pPccControl	1..1	CsPpccControlKind	Kind of active power control.
targetAlpha	1..1	AngleDegrees	Target firing angle. CSC control variable used in power flow.
targetGamma	1..1	AngleDegrees	Target extinction angle. CSC control variable used in power flow.
targetIdc	1..1	CurrentFlow	DC current target value. CSC control variable used in power flow.

Inherited Members

p	1..1	ActivePower	see ACDCCConverter
q	1..1	ReactivePower	see ACDCCConverter
targetPpcc	1..1	ActivePower	see ACDCCConverter
targetUdc	1..1	Voltage	see ACDCCConverter

8.2.2.9 CurrentLimit

Package: OperationalLimits

Operational limit on current.

Native members

value	1..1	CurrentFlow	Limit on current flow.
-------	------	-------------	------------------------

8.2.2.10 DCTerminal

Package: DC

An electrical connection point to generic DC conducting equipment.

Inherited Members

connected	1..1	boolean	see ACDCTerminal
-----------	------	---------	------------------

8.2.2.11 Disconnecter

Package: Wires

A manually operated or motor operated mechanical switching device used for changing the connections in a circuit, or for isolating a circuit or equipment from a source of power. It is required to open or close circuits when negligible current is broken or made.

Inherited Members

open	1..1	boolean	see Switch
------	------	---------	------------

8.2.2.12 EnergyConsumer

Package: Wires

Generic user of energy – a point of consumption on the power system model.

Native Members

p	1..1	ActivePower	Active power of the load. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. For voltage dependent loads the value is at rated voltage. Starting value for a steady state solution.
q	1..1	ReactivePower	Reactive power of the load. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. For voltage dependent loads the value is at rated voltage. Starting value for a steady state solution.

8.2.2.13 EnergySource

Package: Production

A generic equivalent for an energy supplier on a transmission or distribution voltage level.

Native Members

activePower	1..1	ActivePower	High voltage source active injection. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for steady state solutions.
reactivePower	1..1	ReactivePower	High voltage source reactive injection. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for steady state solutions.

8.2.2.14 EquivalentInjection

Package: Equivalents

This class represents equivalent injections (generation or load). Voltage regulation is allowed only at the point of connection.

Native Members

p	1..1	ActivePower	Equivalent active power injection. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for steady state solutions.
q	1..1	ReactivePower	Equivalent reactive power injection. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for steady state solutions.
regulationStatus	0..1	boolean	Specifies the default regulation status of the EquivalentInjection. True is regulating. False is not regulating.
regulationTarget	0..1	Voltage	The target voltage for voltage regulation.

8.2.2.15 ExternalNetworkInjection

Package: Wires

This class represents external network and is used for IEC 60909 calculations.

Native Members

p	1..1	ActivePower	Active power injection. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for steady state solutions.
q	1..1	ReactivePower	Reactive power injection. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for steady state solutions.
referencePriority	1..1	integer	Priority of unit for use as powerflow voltage phase angle reference bus selection. 0 = don't care (default) 1 = highest priority. 2 is less than 1 and so on.

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see RegulatingCondEq
----------------	------	---------	----------------------

8.2.2.16 GeneratingUnit

Package: Generation

A single or set of synchronous machines for converting mechanical power into alternating-current power. For example, individual machines within a set may be defined for scheduling purposes while a single control signal is derived for the set. In this case there would be a GeneratingUnit for each member of the set and an additional GeneratingUnit corresponding to the set.

Native Members

normalPF	1..1	Simple_Float	Generating unit economic participation factor.
----------	------	--------------	--

8.2.2.17 GroundDisconnector

Package: Wires

A manually operated or motor operated mechanical switching device used for isolating a circuit or equipment from ground.

Inherited Members

open	1..1	boolean	see Switch
------	------	---------	------------

8.2.2.18 HydroGeneratingUnit

Package: Generation

A generating unit whose prime mover is a hydraulic turbine (e.g., Francis, Pelton, Kaplan).

Inherited Members

normalPF	1..1	Simple_Float	see GeneratingUnit
----------	------	--------------	--------------------

8.2.2.19 LinearShuntCompensator

Package: Wires

A linear shunt compensator has banks or sections with equal admittance values.

Inherited Members

sections	1..1	Simple_Float	see ShuntCompensator
controlEnabled	1..1	boolean	see RegulatingCondEq

8.2.2.20 LoadBreakSwitch

Package: Wires

A mechanical switching device capable of making, carrying, and breaking currents under normal operating conditions.

Inherited Members

open	1..1	boolean	see Switch
------	------	---------	------------

8.2.2.21 NonConformLoad

Package: LoadModel

NonConformLoad represent loads that do not follow a daily load change pattern and changes are not correlated with the daily load change pattern.

Inherited Members

p	1..1	ActivePower	see EnergyConsumer
q	1..1	ActivePower	see EnergyConsumer

8.2.2.22 NonlinearShuntCompensator

Package: Wires

A non-linear shunt compensator has bank or section admittance values that differs.

Inherited Members

sections	1..1	Simple_Float	see ShuntCompensator
controlEnabled	1..1	boolean	see RegulatingCondEq

8.2.2.23 NuclearGeneratingUnit

Package: Generation

A nuclear generating unit.

Inherited Members

normalPF	1..1	Simple_Float	see GeneratingUnit
----------	------	--------------	--------------------

8.2.2.24 PhaseTapChangerAsymmetrical

Package: Wires

Describes the tap model for an asymmetrical phase shifting transformer in which the difference voltage vector adds to the primary side voltage. The angle between the primary side voltage and the difference voltage is named the winding connection angle. The phase shift depends on both the difference voltage magnitude and the winding connection angle.

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see TapChanger
step	1..1	float	see TapChanger

8.2.2.25 PhaseTapChangerLinear

Package: Wires

Describes a tap changer with a linear relation between the tap step and the phase angle difference across the transformer. This is a mathematical model that is an approximation of a real phase tap changer.

The phase angle is computed as stepPhaseShiftIncrement times the tap position.

The secondary side voltage magnitude is the same as at the primary side.

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see TapChanger
step	1..1	float	see TapChanger

8.2.2.26 PhaseTapChangerSymmetrical

Package: Wires

Describes a symmetrical phase shifting transformer tap model in which the secondary side voltage magnitude is the same as at the primary side. The difference voltage magnitude is the base in an equal-sided triangle where the sides corresponds to the primary and secondary voltages. The phase angle difference corresponds to the top angle and can be expressed as twice the arctangent of half the total difference voltage.

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see TapChanger
step	1..1	float	see TapChanger

8.2.2.27 PhaseTapChangerTabular

Package: Wires

A tabular Phase Tap Change.

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see TapChanger
step	1..1	float	see TapChanger

8.2.2.28 RatioTapChanger

Package: Wires

A tap changer that changes the voltage ratio impacting the voltage magnitude but not the phase angle across the transformer.

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see TapChanger
Step	1..1	float	see TapChanger

8.2.2.29 RegulatingControl

Package: Wires

Specifies a set of equipment that works together to control a power system quantity such as voltage or flow. Remote bus voltage control is possible by specifying the controlled terminal located at some place remote from the controlling equipment. In the case that multiple equipments, possibly of different types, control same terminal, there must be only one RegulatingControl at that terminal. The most specific subtype of RegulatingControl shall be used in case such equipment participates in the control, e.g. TapChangerControl for tap changers. For flow control load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a TopologicalNode (bus) into the conducting equipment.

Native Members

discrete	1..1	boolean	The regulation is performed in a discrete mode. This applies to equipment with discrete controls, e.g. tap changers and shunt compensators.
enabled	1..1	boolean	The flag tells if regulation is enabled.
targetDeadband	0..1	Simple_Float	This is a deadband used with discrete control to avoid excessive update of controls like tap changers and shunt compensator banks while regulating. The units of those appropriate for the mode.
targetValue	1..1	Simple_Float	The target value specified for case input. This value can be used for the target value without the use of schedules. The value has the units appropriate to the mode attribute.
targetValueUnitMultiplier	1..1	UnitMultiplier	Specify the multiplier used for the targetValue.

8.2.2.30 SolarGeneratingUnit

Package: Production

A solar thermal generating unit.

Inherited Members

normalPF	1..1	Simple_Float	see GeneratingUnit
----------	------	--------------	--------------------

8.2.2.31 StaticVarCompensator

Package: Wires

A facility for providing variable and controllable shunt reactive power. The SVC typically consists of a stepdown transformer, filter, thyristor-controlled reactor, and thyristor-switched capacitor arms.

The SVC may operate in fixed MVar output mode or in voltage control mode. When in voltage control mode, the output of the SVC will be proportional to the deviation of voltage at the controlled bus from the voltage setpoint. The SVC characteristic slope defines the proportion. If the voltage at the controlled bus is equal to the voltage setpoint, the SVC MVar output is zero.

Native Members

q	1..1	ReactivePower	Reactive power injection. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for a steady state solution.
---	------	---------------	---

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see RegulatingCondEq
----------------	------	---------	----------------------

8.2.2.32 StationSupply

Package: LoadModel

Station supply with load derived from the station output.

Inherited Members

p	1..1	ActivePower	see EnergyConsumer
q	1..1	ActivePower	see EnergyConsumer

8.2.2.33 Switch

Package: Wires

A generic device designed to close, or open, or both, one or more electric circuits. All switches are two terminal devices including grounding switches.

Native Members

open	1..1	boolean	The attribute tells if the switch is considered open when used as input to topology processing.
------	------	---------	---

8.2.2.34 SynchronousMachine

Package: Wires

An electromechanical device that operates with shaft rotating synchronously with the network. It is a single machine operating either as a generator or synchronous condenser or pump.

Native Members

operatingMode	1..1	SynchronousMachineOperatingMode	Current mode of operation.
referencePriority	1..1	Integer	Priority of unit for use as powerflow voltage phase angle reference bus selection. 0 = don't care (default) 1 = highest priority. 2 is less than 1 and so on.

Inherited Members

p	1..1	ActivePower	see RotatingMachine
q	1..1	ReactivePower	see RotatingMachine
controlEnabled	1..1	boolean	see RegulatingCondEq

8.2.2.35 TapChangerControl

Package: Wires

Describes behaviour specific to tap changers, e.g. how the voltage at the end of a line varies with the load level and compensation of the voltage drop by tap adjustment.

Inherited Members

discrete	1..1	boolean	see RegulationControl
enabled	1..1	boolean	see RegulationControl
targetDeadband	0..1	Simple_Float	see RegulationControl
targetValue	1..1	Simple_Float	see RegulationControl
targetValueUnitMultiplier	1..1	Unit_Multiplier	see RegulationControl

8.2.2.36 Terminal

Package: Core

An AC electrical connection point to a piece of conducting equipment. Terminals are connected at physical connection points called connectivity nodes.

Inherited Members

connected	1..1	boolean	see ACDCTerminal
-----------	------	---------	------------------

8.2.2.37 ThermalGeneratingUnit

Package: Generation

A generating unit whose prime mover could be a steam turbine, combustion turbine, or diesel engine.

Inherited Members

normalPF	1..1	Simple_Float	see GeneratingUnit
----------	------	--------------	--------------------

8.2.2.38 VoltageLimit

Package: OperationalLimits

Operational limit applied to voltage.

Native members

value	1..1	Voltage	Limit on voltage. High or low limit nature of the limit depends upon the properties of the operational limit type.
-------	------	---------	--

8.2.2.39 VsConverter

Package: DC

DC side of the voltage source converter (VSC).

Native Members

droop	1..1	pu	Droop constant; pu value is obtained as $D [kV/MW] \times S_b / U_{bdc}$.
droopCompensation	1..1	Resistance	Compensation constant. Used to compensate for voltage drop when controlling voltage at a distant bus.
pPccControl	1..1	VsPpccControlKind	Kind of control of real power and/or DC voltage.
qPccControl	1..1	VsQpccControlKind	Kind of reactive power control.
qShare	1..1	PerCent	Reactive power sharing factor among parallel converters on Uac control.
targetQpcc	1..1	ReactivePower	Reactive power injection target in AC grid, at point of common coupling.
targetUpcc	1..1	Voltage	Voltage target in AC grid, at point of common coupling.

Inherited Members

p	1..1	ActivePower	see ACDCConverter
q	1..1	ReactivePower	see ACDCConverter
targetPpcc	1..1	ActivePower	see ACDCConverter
targetUdc	1..1	Voltage	see ACDCConverter

8.2.2.40 WindGeneratingUnit

Package: Generation

A wind driven generating unit. May be used to represent a single turbine or an aggregation.

Inherited Members

normalPF	1..1	Simple_Float	see GeneratingUnit
----------	------	--------------	--------------------

8.2.3 Abstract Classes**8.2.3.1 ACDCConverter**

Package: DC

A unit with valves for three phases, together with unit control equipment, essential protective and switching devices, DC storage capacitors, phase reactors and auxiliaries, if any, used for conversion.

Native Members

p	1..1	ActivePower	Active power at the point of common coupling. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for a steady state solution in the case a simplified power flow model is used.
q	1..1	ReactivePower	Reactive power at the point of common coupling. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for a steady state solution in the case a simplified power flow model is used.
targetPpcc	1..1	ActivePower	Real power injection target in AC grid, at point of common coupling.
targetUdc	1..1	Voltage	Target value for DC voltage magnitude.

8.2.3.2 ACDCTerminal

Package: Core

An electrical connection point (AC or DC) to a piece of conducting equipment. Terminals are connected at physical connection points called connectivity nodes.

Native Members

connected	1..1	boolean	The connected status is related to a bus-branch model and the topological node to terminal relation. True implies the terminal is connected to the related topological node and false implies it is not. In a bus-branch model, the connected status is used to tell if equipment is disconnected without having to change the connectivity described by the topological node to terminal relation. A valid case is that conducting equipment can be connected in one end and open in the other. In particular for an AC line segment, where the reactive line charging can be significant, this is a relevant case.
-----------	------	---------	--

8.2.3.3 DCBaseTerminal

Package: DC

An electrical connection point at a piece of DC conducting equipment. DC terminals are connected at one physical DC node that may have multiple DC terminals connected. A DC node is similar to an AC connectivity node. The model enforces that DC connections are distinct from AC connections.

Inherited Members

connected	1..1	boolean	see ACDCTerminal
-----------	------	---------	------------------

8.2.3.4 PhaseTapChanger

Package: Wires

A transformer phase shifting tap model that controls the phase angle difference across the power transformer and potentially the active power flow through the power transformer. This phase tap model may also impact the voltage magnitude.

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see TapChanger
step	1..1	float	see TapChanger

8.2.3.5 PhaseTapChangerNonLinear

Package: Wires

The non-linear phase tap changer describes the non-linear behavior of a phase tap changer. This is a base class for the symmetrical and asymmetrical phase tap changer models. The details of these models can be found in IEC 61970-301.

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see TapChanger
step	1..1	float	see TapChanger

8.2.3.6 ProtectedSwitch

Package: Wires

A ProtectedSwitch is a switching device that can be operated by ProtectionEquipment.

Inherited Members

open	1..1	boolean	see Switch
------	------	---------	------------

8.2.3.7 RegulatingCondEq

Wires

A type of conducting equipment that can regulate a quantity (i.e. voltage or flow) at a specific point in the network.

Native Members

controlEnabled	1..1	boolean	Specifies the regulation status of the equipment. True is regulating, false is not regulating.
----------------	------	---------	--

8.2.3.8 RotatingMachine

Package: Wires

A rotating machine which may be used as a generator or motor.

Native Members

p	1..1	ActivePower	Active power injection. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for a steady state solution.
q	1..1	ReactivePower	Reactive power injection. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node. Starting value for a steady state solution.

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see RegulatingCondEq
----------------	------	---------	----------------------

8.2.3.9 ShuntCompensator

Package: Wires

A shunt capacitor or reactor or switchable bank of shunt capacitors or reactors. A section of a shunt compensator is an individual capacitor or reactor. A negative value for reactivePerSection indicates that the compensator is a reactor. ShuntCompensator is a single terminal device. Ground is implied.

Native Members

sections	1..1	float	Shunt compensator sections in use. Starting value for steady state solution. Non integer values are allowed to support continuous variables. The reasons for continuous value are to support study cases where no discrete shunt compensators has yet been designed, a solutions where a narrow voltage band force the sections to oscillate or accommodate for a continuous solution as input.
----------	------	-------	--

Inherited Members

controlEnabled	1..1	boolean	see RegulatingCondEq
----------------	------	---------	----------------------

8.2.3.10 TapChanger

Package: Wires

Mechanism for changing transformer winding tap positions.

Native Members

controlEnabled	1..1	boolean	Specifies the regulation status of the equipment. True is regulating, false is not regulating.
step	1..1	float	Tap changer position. Starting step for a steady state solution. Non integer values are allowed to support continuous tap variables. The reasons for continuous value are to support study cases where no discrete tap changers has yet been designed, a solutions where a narrow voltage band force the tap step to oscillate or accommodate for a continuous solution as input. The attribute shall be equal or greater than lowStep and equal or less than highStep.

8.2.3.11 AsynchronousMachineKind

Package: Wires

Kind of Asynchronous Machine.

Native Members

generator	The Asynchronous Machine is a generator
motor	The Asynchronous Machine is a motor

8.2.3.12 CsOperatingModeKind

Package: DC

Operating mode for HVDC line operating as Current Source Converter.

Native Members

inverter	Operating as inverter
rectifier.	Operating as rectifier

8.2.3.13 CsPpccControlKind

Package: DC

Operating mode for HVDC line operating as Current Source Converter.

Native Members

activePower	Active power control at AC side
dcCurrent	DC current control
dcVoltage	DC voltage control

8.2.3.14 SynchronousMachineOperatingMode

Package: Wires

Synchronous machine operating mode.

Native Members

condenser	
generator	
motor	

8.2.3.15 UnitMultiplier

Package: Domain

The unit multipliers defined for the CIM.

Native Members

G	Giga 10**9
M	Mega 10**6
T	Tera 10**12
c	Centi 10**-2
d	Deci 10**-1
k	Kilo 10**3
m	Milli 10**-3
micro	Micro 10**-6
n	Nano 10**-9
none	No multiplier or equivalently multiply by 1
p	Pico 10**-12

8.2.3.16 UnitSymbol

Package: Domain

The units defined for usage in the CIM.

Native Members

A	Current in ampere
F	Capacitance in farad
H	Inductance in henry
Hz	Frequency in hertz
J	Energy in joule
N	Force in newton
Pa	Pressure in pascal (n/m ²)
S	Conductance in siemens
V	Voltage in volt
VA	Apparent power in volt ampere
VAh	Apparent energy in volt ampere hours
VA _r	Reactive power in volt ampere reactive
VA _r h	Reactive energy in volt ampere reactive hours
W	Active power in watt
Wh	Real energy in what hours
deg	Plane angle in degrees
degC	Relative temperature in degrees Celsius. In the SI unit system the symbol is °C. Electric charge is measured in coulomb that has the unit symbol C. To distinguish degree Celsius from coulomb the symbol used in the UML is degC. Reason for not using °C is the special character ° is difficult to manage in software.
g	Mass in gram
h	Time in hours
m	Length in meter
m ²	Area in square meters
m ³	Volume in cubic meters
min	Time in minutes
none	Dimension less quantity, e.g. count, per unit, etc.
ohm	Resistance in ohm
rad	Plane angle in radians
s	Time in seconds

8.2.3.17 VsPpccControlKind

Package: DC

Types applicable to the control of real power and/or DC voltage by voltage source converter.

Native Members

pPcc	Control variable (target) is real power at PCC bus.
pPccAndUdcDroop	Control variables (targets) are both active power at point of common coupling and local DC voltage, with the droop.
pPccAndUdcDroopPilot	Control variables (targets) are both active power at point of common coupling and the pilot DC voltage, with the droop.
pPccAndUdcDroopWithCompensation	Control variables (targets) are both active power at point of common coupling and compensated DC voltage, with the droop; compensation factor is the resistance, as an approximation of the DC voltage of a common (real or virtual) node in the DC network.
udc	Control variable (target) is DC voltage and real power at PCC bus is derived.

8.2.3.18 VsQpccControlKind

Package: DC

Types applicable to the control of real power and/or DC voltage by voltage source converter.

Native Members

powerFactorPcc	
reactivePcc	
voltagePcc	

8.2.4 Data Types

8.2.4.1 ActivePower

Product of RMS value of the voltage and the RMS value of the in-phase component of the current.

XSD type: float

Native Attributes

value	(Float)
units	(UnitSymbol = W)
multiplier	(UnitMultiplier = M)

8.2.4.2 AngleDegrees

Measurement of angle in degrees.

XSD type: float

Native Attributes

value	(Float)
units	(UnitSymbol = deg)
multiplier	(UnitMultiplier = none)

8.2.4.3 CurrentFlow

Electrical current with sign convention: positive flow is out of the conducting equipment into the connectivity node. Can be both AC and DC.

XSD type: float

Native Attributes

value	(Float)
units	(UnitSymbol = A)
multiplier	(UnitMultiplier = none)

8.2.4.4 PerCent

Percentage on a defined base. For example, specify as 100 to indicate at the defined base.

XSD type: float

Native Attributes

value	(Float)
units	(UnitSymbol = none)
multiplier	(UnitMultiplier = none)

8.2.4.5 PU

Per Unit – a positive or negative value referred to a defined base. Values typically range from -10 to +10.

XSD type: float

Native Attributes

value	(Float)
units	(UnitSymbol = none)
multiplier	(UnitMultiplier = none)

8.2.4.6 ReactivePower

Product of RMS value of the voltage and the RMS value of the quadrature component of the current.

XSD type: float

Native Attributes

value	(Float)
units	(UnitSymbol = VAr)
multiplier	(UnitMultiplier = M)

8.2.4.7 Resistance

Resistance (real part of impedance).

XSD type: float

Native Attributes

value	(Float)
units	(UnitSymbol = ohm)
multiplier	(UnitMultiplier = none)

8.2.4.8 Voltage

Electrical voltage, can be both AC and DC.

XSD type: float

Native Attributes

value	(Float)
units	(UnitSymbol = V)
multiplier	(UnitMultiplier = k)

8.3 Topology profile

8.3.1 General

A Topology dataset contains all objects defined in a topology profile and includes data for topology information relating to a given exchange.

Profile URI: <http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/Topology/4>

8.3.2 Concrete Classes

8.3.2.1 ACDCConverterDCTerminal

Package: DC

A DC electrical connection point at the AC/DC converter. The AC/DC converter is also electrically connected to the AC side. The AC connection is inherited from the AC conducting equipment in the same way as any other AC equipment. The AC/DC converter DC terminal is separate from the generic DC terminal to restrict the connection with the AC side to the AC/DC converter and so that no other DC conducting equipment can be connected to the AC side.

Inherited Members

DCTopologicalNode	1..1	DCTopologicalNode	see DCBaseTerminal
-------------------	------	-------------------	--------------------

8.3.2.2 ConnectivityNode

Package: Core

Connectivity nodes are points where terminals of AC conducting equipment are connected together with zero impedance.

Native Members

TopologicalNode	1..1	TopologicalNode	The connectivity nodes combine together to form this topological node. May depend on the current state of switches in the network.
-----------------	------	-----------------	--

8.3.2.3 DCNode

Package: DC

DC nodes are points where terminals of DC conducting equipment are connected together with zero Impedance.

Native Members

DCTopologicalNode	1..1	DCTopologicalNode	see association end TopologicalNode.ConnectivityNodes
-------------------	------	-------------------	---

8.3.2.4 DCTerminal

Package: DC

An electrical connection point to generic DC conducting equipment.

Inherited Members

DCTopologicalNode	1..1	DCTopologicalNode	see DCBaseTerminal
-------------------	------	-------------------	--------------------

8.3.2.5 DCTopologicalNode

Package: Topology

A class to describe the DC bus.

Native Members

DCEquipmentContainer	1..1	DCEquipmentContainer	The connectivity node container to which the topological node belongs.
----------------------	------	----------------------	--

Inherited Members

mRID	0..1	string	see IdentifiedObject
description	0..1	string	see IdentifiedObject
name	1..1	string	see IdentifiedObject

8.3.2.6 Terminal

Package: Core

An AC electrical connection point to a piece of conducting equipment. Terminals are connected at physical connection points called connectivity nodes.

Native Members

TopologicalNode	1..1	TopologicalNode	The terminals associated with the topological node. This can be used as an alternative to the connectivity node path to terminal, thus making it unnecessary to model connectivity nodes in some cases. Note that if connectivity nodes are in the model, this association would probably not be used as an input specification.
-----------------	------	-----------------	--

8.3.2.7 TopologicalNode

Package: Topology

For a detailed substation model a topological node is a set of connectivity nodes that, in the current network state, are connected together through any type of closed switches, including jumpers. Topological nodes change as the current network state changes (i.e., switches, breakers, etc. change state). For a planning model, switch statuses are not used to form topological nodes. Instead they are manually created or deleted in a model builder tool. Topological nodes maintained this way are also called "busses".

Native Members

BaseVoltage	1..1	BaseVoltage	The base voltage of the topological node
ConnectivityNodeContainer	1..1	ConnectivityNodeContainer	The connectivity node container to which the topological node belongs.
ReportingGroup	0..1	ReportingGroup	The topological nodes that belong to the reporting group.

Inherited Members

mRID	0..1	string	see IdentifiedObject
description	0..1	string	see IdentifiedObject
name	1..1	string	see IdentifiedObject

8.3.3 Abstract Classes

8.3.3.1 DCBaseTerminal

Package: Core

An electrical connection point at a piece of DC conducting equipment. DC terminals are connected at one physical DC node that may have multiple DC terminals connected. A DC node is similar to an AC connectivity node. The model enforces that DC connections are distinct from AC connections.

Native Members

DCTopologicalNode	1..1	DCTopologicalNode	see association end Terminal.TopologicalNode.
-------------------	------	-------------------	---

8.3.3.2 IdentifiedObject

Package: Core

This is a root class to provide common identification for all classes needing identification and naming attributes.

Native Members

mRID	0..1	string	Master resource identifier issued by a model authority. The mRID is globally unique within an exchange context. Global uniqueness is easily achieved by using a UUID, as specified in RFC 4122, for the mRID. The use of UUID is strongly recommended. For CIMXML data files in RDF syntax conforming to IEC 61970-552:2013, the mRID is mapped to mRID or rdf:about attributes that identify CIM object elements.
description	0..1	string	The description is a free human readable text describing or naming the object. It may be non-unique and may not correlate to a naming hierarchy.
name	1..1	string	The name is any free human readable and possibly non unique text naming the object.

8.4 StateVariables profile**8.4.1 General**

A State Variables dataset contains all objects required to complete the specification of a steady-state solution. A State Variables dataset is always exchanged in full. A State Variables dataset of an assembled model contains state variables related objects for all model authority sets being part of the assembled model.

Profile URI: <http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/StateVariables/4#>

8.4.2 Concrete Classes**8.4.2.1 CsConverter**

Package: DC

DC side of the current source converter (CSC).

Native Members

alpha	1..1	AngleDegrees	Firing angle, typical value between 10 and 18 degrees for a rectifier. CSC state variable, result from power flow.
gamma	1..1	AngleDegrees	Extinction angle. CSC control variable used in power flow.

Inherited Members

idc	1..1	CurrentFlow	see ACDCConverter
poleLossP	1..1	ActivePower	see ACDCConverter
uc	1..1	Voltage	see ACDCConverter
udc	1..1	Voltage	see ACDCConverter

8.4.2.2 DCTopologicalIsland

Package: DC

An electrically connected subset of the network. DC topological islands can change as the current network state changes: e.g. due to

- disconnect switches or breakers change state in a SCADA/EMS
- manual creation, change or deletion of topological nodes in a planning tool.

Native Members

DCTopologicalNodes	1..unbounded	DCTopologicalNodes	The DC topological nodes in a DC topological island.
--------------------	--------------	--------------------	--

Inherited Members

mRID	0..1	string	see IdentifiedObject
description	0..1	string	see IdentifiedObject
name	1..1	string	see IdentifiedObject

8.4.2.3 SvInjection

Package: StateVariables

The SvInjection is reporting the calculated bus injection minus the sum of the terminal flows. The terminal flow is positive out from the bus (load sign convention) and bus injection has positive flow into the bus. SvInjection may have the remainder after state estimation or slack after power flow calculation.

Native members

pInjection	1..1	ActivePower	The active power mismatch between calculated injection and initial injection. Positive sign means injection into the TopologicalNode (bus).
qInjection	0..1	ReactivePower	The reactive power mismatch between calculated injection and initial injection. Positive sign means injection into the TopologicalNode (bus).
TopologicalNode	1..1	TopologicalNode	The topological node associated with the voltage state.

8.4.2.4 SvPowerFlow

Package: StateVariables

State variable for power flow. Load convention is used for flow direction. This means flow out from the TopologicalNode into the equipment is positive.

Native members

p	1..1	ActivePower	The active power flow. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a TopologicalNode (bus) into the conducting equipment.
q	1..1	ReactivePower	The reactive power flow. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a TopologicalNode (bus) into the conducting equipment.
Terminal	1..1	Terminal	The terminal associated with the power flow state variable.

8.4.2.5 SvShuntCompensatorSections

Package: StateVariables

State variable for the number of sections in service for a shunt compensator

Native members

sections	1..1	Simple_Float	The number of sections in service as a continuous variable. To get integer value scale with ShuntCompensator perSection.
ShuntCompensator	1..1	ShuntCompensator	The shunt compensator for which the state applies.

8.4.2.6 SvStatus

Package: StateVariables

State variable for status.

Native members

inService	1..1	boolean	The in service status as a result of topology processing.
ConductingEquipment	1..1	ConductingEquipment	The conducting equipment associated with the status state variable.

8.4.2.7 SvTapStep

Package: StateVariables

State variable for transformer tap step. This class is to be used for taps of LTC (load tap changing) transformers, not fixed tap transformers.

Native members

position	1..1	float	The floating point tap position. This is not the tap ratio, but rather the tap step position as defined by the related tap changer model and normally is constrained to be within the range of minimum and maximum tap positions.
TapChanger	1..1	TapChanger	The tap changer associated with the tap step state.

8.4.2.8 SvVoltage

Package: StateVariables

State variable for voltage.

Native members

angle	1..1	AngleDegrees	The voltage angle of the topological node complex voltage with respect to system reference.
v	1..1	Voltage	The voltage magnitude of the topological node.
TopologicalNode	1..1	TopologicalNode	The topological node associated with the voltage state.

8.4.2.9 TopologicalIsland

Package: Topology

An electrically connected subset of the network. Topological islands can change as the current network state changes: e.g. due to

- disconnect switches or breakers change state in a SCADA/EMS
- manual creation, change or deletion of topological nodes in a planning tool.

Native members

AngleRef_TopologicalNode	1..1	TopologicalNode	The angle reference for the island. Normally there is one TopologicalNode that is selected as the angle reference for each island. Other reference schemes exist, so the association is optional.
TopologicalNodes	1..unbounded	TopologicalNodes	A topological node belongs to a topological island.

Inherited members

mRID	0..1	string	see IdentifiedObject
description	0..1	string	see IdentifiedObject
name	1..1	string	see IdentifiedObject

8.4.2.10 UnitMultiplier

Package: Domain

The unit multipliers defined for the CIM.

Native members

G	Giga 10**9
M	Mega 10**6
T	Tera 10**12
c	Centi 10**2
d	Deci 10**1
k	Kilo 10**3
m	Milli 10**3
micro	Micro 10**6
n	Nano 10**9
none	No multiplier or equivalently multiply by 1
p	Pico 10**12

8.4.2.11 UnitSymbol

Package: Domain

The units defined for usage in the CIM.

Native members

A	Current in ampere
F	Capacitance in farad
H	Inductance in henry
Hz	Frequency in hertz
J	Energy in joule
N	Force in newton
Pa	Pressure in pascal (n/m ²)
S	Conductance in siemens
V	Voltage in volt
VA	Apparent power in volt ampere
VAh	Apparent energy in volt ampere hours
VA _r	Reactive power in volt ampere reactive
VA _r h	Reactive energy in volt ampere reactive hours
W	Active power in watt
Wh	Real energy in what hours
deg	Plane angle in degrees
degC	Relative temperature in degrees Celsius. In the SI unit system the symbol is °C. Electric charge is measured in coulomb that has the unit symbol C. To distinguish degree Celsius from coulomb the symbol used in the UML is degC. Reason for not using °C is the special character ° is difficult to manage in software.
g	Mass in gram
h	Time in hours
m	Length in meter
m ²	Area in square meters
m ³	Volume in cubic meters
min	Time in minutes
none	Dimension less quantity, e.g. count, per unit, etc.
ohm	Resistance in ohm
rad	Plane angle in radians
s	Time in seconds

8.4.2.12 VsConverter

Package: DC

DC side of the voltage source converter (VSC).

Native Members

delta	1..1	AngleDegrees	Angle between u_f and u_c . Converter state variable used in power flow.
u_f	1..1	Voltage	Line-to-line voltage on the valve side of the converter transformer. Converter state variable, result from power flow.

Inherited Members

idc	1..1	CurrentFlow	see ACDCCConverter
poleLossP	1..1	ActivePower	see ACDCCConverter
uc	1..1	Voltage	see ACDCCConverter
udc	1..1	Voltage	see ACDCCConverter

8.4.3 Abstract Classes

8.4.3.1 ACDCCConverter

Package: DC

A unit with valves for three phases, together with unit control equipment, essential protective and switching devices, DC storage capacitors, phase reactors and auxiliaries, if any, used for conversion.

Native Members

idc	1..1	CurrentFlow	Converter DC current, also called Id. Converter state variable, result from power flow.
poleLossP	1..1	ActivePower	The active power loss at a DC Pole = idleLoss + switchingLoss* Idc + resitiveLoss*Idc^2 For lossless operation Pdc=Pac For rectifier operation with losses Pdc=Pac-lossP For inverter operation with losses Pdc=Pac+lossP Converter state variable used in power flow.
uc	1..1	Voltage	Converter voltage, the voltage at the AC side of the bridge. Converter state variable, result from power flow.
udc	1..1	Voltage	Converter voltage at the DC side, also called Ud. Converter state variable, result from power flow.

8.4.3.2 IdentifiedObject

Package: Core

This is a root class to provide common identification for all classes needing identification and naming attributes.

Native Members

mRID	0..1	string	Master resource identifier issued by a model authority. The mRID must semantically be a UUID as specified in RFC 4122. The mRID is globally unique. For CIMXML data files in RDF syntax, the mRID is mapped to mRID or rdf:about attributes that identify CIM object elements.
description	0..1	string	The description is a free human readable text describing or naming the object. It may be non-unique and may not correlate to a naming hierarchy.
name	1..1	string	The name is any free human readable and possibly non unique text naming the object.

8.4.4 Data Types**8.4.4.1 ActivePower**

Product of RMS value of the voltage and the RMS value of the in-phase component of the current.

XSD type: float

Native Attributes

value (Float)
units (UnitSymbol = W)
multiplier (UnitMultiplier = M)

8.4.4.2 AngleDegrees

Measurement of angle in degrees.

XSD type: float

Native Attributes

value (Float)
units (UnitSymbol = deg)
multiplier (UnitMultiplier = none)

8.4.4.3 CurrentFlow

Electrical current with sign convention: positive flow is out of the conducting equipment into the connectivity node. Can be both AC and DC.

XSD type: float

Native Attributes

value (Float)
units (UnitSymbol = A)
multiplier (UnitMultiplier = none)

8.4.4.4 ReactivePower

Product of RMS value of the voltage and the RMS value of the quadrature component of the current.

XSD type: float

Native Attributes

value	(Float)
units	(UnitSymbol = VAr)
multiplier	(UnitMultiplier = M)

8.4.4.5 Simple_Float

A floating point number. The range is unspecified and not limited.

XSD type: float

8.4.4.6 Voltage

Electrical voltage, can be both AC and DC.

XSD type: float

Native Attributes

value	(Float)
units	(UnitSymbol = V)
multiplier	(UnitMultiplier = k)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61970-456:2018

Bibliography

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 61970-1, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 1: Guidelines and general requirements*

IEC TS 61970-2, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 2: Glossary*

IEC 61970-301, *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*

IEC TS 61970-600-1:2017, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 600-1: Common Grid Model Exchange Specification (CGMES) – Structure and rules*

IEC TS 61970-600-2:2017, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 600-2: Common Grid Model Exchange Specification (CGMES) – Exchange profiles specification*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61970-456:2018

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	70
INTRODUCTION.....	72
1 Domaine d'application	73
2 Références normatives	73
3 Termes et définitions	74
4 Informations de profil	74
5 Vue d'ensemble	74
6 Cas d'utilisation	80
6.1 Vue d'ensemble	80
6.2 Intégration d'analyse de réseau d'EMS	84
6.3 Analyse de réseau basée sur le calcul de répartition.....	85
7 Modèle de données avec exemples de CIMXML	90
7.1 Utilisation des interfaces	90
7.1.1 Vue d'ensemble	90
7.1.2 Frontières du modèle de réseau	91
7.1.3 Modèles en topologie nodale et de disjoncteur de nœud.....	94
7.2 Interface de Topologie (TP)	97
7.3 Interface de variables d'état (SV).....	99
7.4 Interface d'hypothèse en régime établi (SSH)	101
8 Profils	101
8.1 Commentaires et notes	101
8.2 Profil SteadyStateHypothesis (Hypothèse en régime établi)	103
8.2.1 Généralités	103
8.2.2 Classes concrètes	103
8.2.3 Classes abstraites	115
8.2.4 Types de données	122
8.3 Profil Topology (Topologie)	124
8.3.1 Généralités	124
8.3.2 Classes concrètes	124
8.3.3 Classes abstraites	126
8.4 Profil StateVariables (Variables d'état).....	127
8.4.1 Généralités	127
8.4.2 Classes concrètes	127
8.4.3 Classes abstraites	133
8.4.4 Types de données	134
Bibliographie.....	136
Figure 1 – Relations entre MAS, profil et dataset	75
Figure 2 – Relations entre les profils.....	78
Figure 3 – Exemple de modèle de connectivité	79
Figure 4 – Réseau électrique européen avec des régions	81
Figure 5 – Échange d'informations sur le flux d'énergie et résultats en partage	83
Figure 6 – Datasets d'EMS vers un client externe	84
Figure 7 – Architecture d'intégration du calcul de répartition en disjoncteur de nœud.....	85

Figure 8 – Architecture d'intégration du calcul de répartition en topologie nodale.....	86
Figure 9 – Modèle d'injection à la frontière.....	87
Figure 10 – Autres modélisation de la frontière	88
Figure 11 – Variantes du modèle assemblé.....	89
Figure 12 – Exemple de dataset de frontière d'une ligne	91
Figure 13 – Exemple de dataset de frontière d'un poste.....	92
Figure 14 – Calcul de répartition sur un modèle assemblé	93
Figure 15 – Calcul de répartition sur une partie régionale de réseau	94
Figure 16 – Relation du CIM entre ConnectivityNode et TopologicalNode	95
Figure 17 – Modélisation de topologie nodale du coupleur de bus et transfert de ligne	96
Figure 18 – Modèle de topologie de CIM.....	97
Figure 19 – Interface de solution de topologie.....	98
Figure 20 – Modèle de solution de variable d'état de CIM	99
Figure 21 – Exemple d'interface de solution d'état	100
Tableau 1 – Profils définis dans le présent document	74

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61970-456:2018

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

La Norme internationale IEC 61970-456 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 et l'Amendement 1:2015. Cette édition constitue une révision technique. Elle est basée sur le document IEC 61970 UML CIM16 version 33.

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

- a) Le profil *Steady State Hypothesis* (SSH) (Hypothèse en régime établi) a été ajouté dans le nouveau Paragraphe 8.2.

- b) L'Article 5 "Vue d'ensemble" a été élargi pour mieux décrire la relation entre les différents profils et a été aligné sur la nomenclature actuelle utilisée avec les profils tels que "dataset" et "partie de réseau".
- c) L'ancien Article 6 «Architecture» a été réduit et intégré à l'Article 6 "Cas d'utilisation".
- d) L'ancien Article 7 «Application de la norme aux problèmes métier» a été divisé en deux et intégré à l'Article 6 "Cas d'utilisation" et à l'Article 7 "Modèle de données avec exemples de CIMXML".
- e) La description des cas d'utilisation de l'Article 6 "Cas d'utilisation" a été étendue.
- f) L'ancien Article 8 «Modèle de données avec exemples de CIMXML» est devenu l'Article 7 "Modèle de données avec exemples de CIMXML".
- g) Les exemples de CIMXML du document à l'Article 7 "Modèle de données avec exemples de CIMXML" ont été mis à jour pour correspondre à l'IEC 61970-552:2016.
- h) L'Article 8 "Profils" décrit les données de profil réelles.
- i) Le Paragraphe 8.1 "Commentaires et notes" donne des informations supplémentaires sur l'utilisation de certaines données de profil.

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

FDIS	Rapport de vote
57/1951/FDIS	57/1963/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.

Ce document a été rédigé 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 ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. 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 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

Le présent document constitue l'une des différentes parties de la série IEC 61970 qui définit des datasets d'un modèle d'information commun (CIM – *common information model*) échangés entre des programmes d'application dans des systèmes de gestion d'énergie (EMS – *energy management systems*).

La série IEC 61970-300 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.

Le présent document appartient à la série IEC 61970-400 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, le présent document n'inclut pas la méthode d'échange et elle est donc applicable à une diversité de mises en œuvre d'échanges. Le présent document retient par hypothèse et recommande le formatage en XML des données échangées, sur la base du Schéma du Cadre de Description de Ressources (RDF – *Resource Description Framework*) tel que spécifié dans la norme de modèle d'échange CIM XML IEC 61970-552.

L'IEC 61970-456 spécifie trois profils:

- Le profil Steady State Hypothesis (Hypothèse en régime établi) (SSH) qui décrit les variables d'entrée de calcul de répartition telles que les points de consigne de tension, les états des interrupteurs, etc.
- Le profil Topology (Topologie) qui décrit un modèle en topologie nodale. Un modèle de topologie peut être créé par un constructeur de modèles de réseau à partir d'un modèle de disjoncteur de nœud et des entrées SSH, ou par un outil avec lequel un utilisateur construit un modèle de topologie de manière interactive. Un modèle de topologie constitue la variable d'entrée de calcul de répartition.
- Solution de variables d'état d'un réseau électrique, telle que produite par les calculs de répartition ou les applications d'estimation d'état.

L'IEC 61970-456 décrit les entrées et les solutions de valeurs dynamiques en référence à un modèle de réseau électrique conforme à l'IEC 61970-452 dans cette série de normes associées. La séparation des informations en profils permet également de séparer les données en documents correspondant aux profils. De cette manière, les profils définis dans le présent document génèrent des documents de données de petite taille par rapport aux formats traditionnels en topologie nodale ou disjoncteur de nœud qui incluent à la fois le réseau, les conditions initiales et le résultat.

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 l'IEC 61970 appartient aux séries IEC 61970-450 à IEC 61970-499 qui, considérées dans leur ensemble, définissent à un niveau abstrait le contenu et les mécanismes d'échange utilisés pour les données transmises entre des applications d'analyses de réseaux électriques, des centres de conduite et/ou des composants de centre de conduite.

Le présent document a pour objet 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 analogues 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.

Le présent document s'adresse à deux destinataires distincts, les producteurs de données et les destinataires de données. Elle peut être interprétée selon ces deux points de vue. Du point de vue du logiciel d'exportation des modèles utilisé par un producteur de données, le présent document 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, le document décrit ce que ce logiciel d'importation doit être capable d'interpréter afin de pouvoir absorber les cas de calcul de répartition.

Il existe un grand nombre de cas d'utilisation pour lesquels l'utilisation du présent document est prévue et ils diffèrent dans la manière dont le document est appliqué dans chaque cas. Il est prévu 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, le présent document sera utilisé 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'il est nécessaire qu'une application du client soit capable de traiter un état non résolu ainsi qu'un état ayant satisfait à certains critères de solution.

2 Références normatives

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

IEC 61970-452:2017, *Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) – Partie 452: Profils du modèle de réseau de transport statique CIM*

IEC 61970-453:2014, *Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) – Partie 453: Profil de disposition de diagramme*

IEC 61970-552:2016, *Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) – Partie 552: Format d'échange de modèle CIMXML*

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Informations de profil

Les profils définis dans le présent document sont basés sur la version CIM16v33 en langage de modélisation unifié UML (UML – *Unified modeling language*).

Les profils sont énumérés dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Profils définis dans le présent document

Name (Nom)	Version	URI
SteadyStateHypothesis (SSH) (Hypothèse en régime établi)	1	http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/SteadyStateHypothesis/1
Topology (TP) (Topologie)	4	http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/Topology/4
StateVariables (SV) (Variables d'état)	4	http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/StateVariables/4

5 Vue d'ensemble

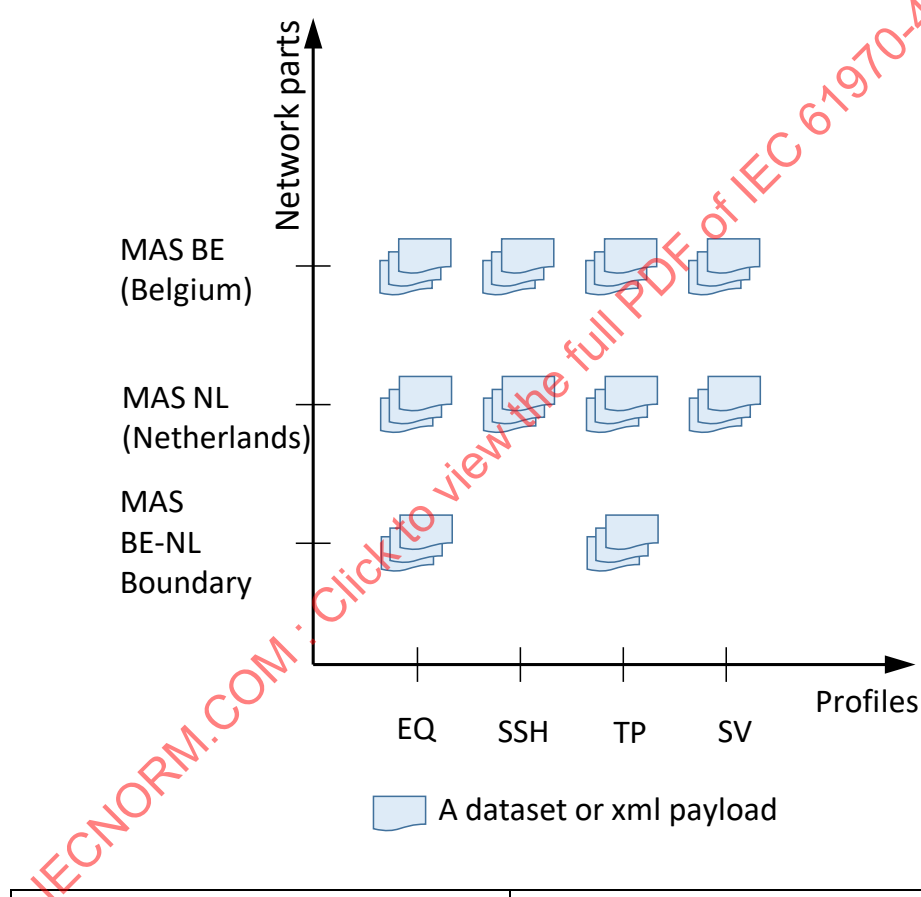
Le présent document décrit une norme d'interface dans laquelle des charges utiles (payloads) XML sont utilisées pour transférer les conditions initiales et les résultats créés au cours de processus types d'analyse de réseau en régime établi (par exemple une estimation d'état ou des solutions de calcul de répartition). Les principales exigences et les principaux objectifs régissant la conception du présent document sont les suivants:

- Les algorithmes et les sorties des solutions de calcul de répartition sont virtuellement les mêmes, qu'ils soient exécutés en exploitation ou dans des contextes de prévision. La sortie de l'estimateur d'état partage un noyau commun avec le calcul de répartition. Une norme unique est souhaitée afin de réduire le plus possible le développement de logiciels et autoriser des cas d'utilisation communs à plusieurs environnements.
- Bien que certains utilisateurs de la présente norme puissent être intéressés uniquement par l'état de sortie, la situation la plus courante est que les utilisateurs continuent à effectuer des analyses ultérieures (par exemple, analyse de sécurité, stabilité de tension) et exigent à la fois l'entrée sur laquelle la solution était basée et le résultat de sortie.
- Les processus analytiques réels mettent souvent en jeu une série de solutions dans lesquelles la majeure partie des données d'entrée restent les mêmes d'une solution à la suivante, et la norme doit prendre en charge ces processus de façon à ne pas répéter inutilement ces données.
- Les solutions de calcul de répartition ont tendance à dériver si le résultat de l'exécution du calcul de répartition est utilisé comme entrée pour une exécution ultérieure du calcul de répartition. Les solutions ne dérivent pas lorsque les conditions initiales entre les exécutions du calcul de répartition sont maintenues.

Pour satisfaire à ces exigences, le présent document dépend de la modularisation des données globales d'entrée et de sortie, potentiellement volumineuses, en sous-ensembles dont chacun est réalisé sous forme de charges utiles XML plus petites. Une instance de l'un

de ces sous-ensembles est appelée ici 'dataset' (ensemble de données). Les charges utiles des datasets sont généralement comprimées en un dossier zip.

Deux types de partitionnements en datasets sont utilisés. Dans le premier type, les données sont modularisées en fonction du type de données produites (correspondant généralement au type d'application produisant les données). Les 'profiles' (profils) de CIM (sous-ensembles du CIM global) définissent les classes et les attributs constituant chaque type de modularisation. Le deuxième type de partitionnement est par partie de réseau, qui partitionne les données en ensembles d'instances en fonction de l'entreprise d'électricité ou de l'entité d'une interconnexion responsable des données. La partie responsable des données est appelée autorité de modèle de données et les parties du réseau sont définies par des ensembles d'autorités de modèle (MAS – *Model Authority Sets*). Ce partitionnement se produit au niveau instance et produit plusieurs datasets régis par un profil et une partie du réseau. Les datasets de différents MAS se combinent pour former l'ensemble complet de données pour ce profil. La Figure 1 représente cette combinaison.



Anglais	Français
Network parts	Parties du réseau
MAS BE (Belgium)	MAS BE (Belgique)
MAS NL (Netherlands)	MAS NL (Pays-Bas)
MAS BE-NL Boundary	Frontière de MAS BE-MAS NL
Profiles	Profils
A dataset or XML payload	Un ensemble de données ou une charge utile XML

Figure 1 – Relations entre MAS, profil et dataset

Différents profils IEC 61970 sont énumérés le long de l'axe horizontal:

- EQ pour équipement comme décrit dans l'IEC 61970-452.

- SSH pour les données initiales de flux d'énergie comme décrit dans le présent document.
- TP pour les données de topologie comme décrit dans le présent document.
- SV pour les données de variables d'état comme décrit dans le présent document.

Quelques exemples d'ensembles d'autorités de modèle sont énumérés le long de l'axe vertical:

- MAS BE représente un ensemble d'autorité de modèle régional pour la Belgique qui est une partie du réseau définie par une autorité de modèle BE, par exemple le TSO belge.
- MAS NL représente un ensemble d'autorité de modèle régional pour les Pays-Bas qui est une partie du réseau définie par une autre autorité de modèle NL, par exemple le TSO néerlandais.
- Frontière MAS BE-NL représente un ensemble d'autorité de modèle qui est une partie du réseau destinée à la frontière entre MAS BE et MAS NL. La partie frontière du réseau fait généralement l'objet d'un accord mutuel entre les autorités de modèle BE et NL.

Le symbole représenté à la Figure 1 décrit un dataset empaqueté comme une charge utile, par exemple un document CIMXML décrit dans l'IEC 61970-552.

Les ensembles d'autorités de modèle situés le long de l'axe vertical de la Figure 1 définissent les parties d'un réseau. Les datasets appartiennent à un ensemble d'autorité de modèle, ce qui est représenté à la Figure 1 par des datasets alignés horizontalement au niveau de chaque MAS.

Les profils situés le long de l'axe horizontal de la Figure 1 décrivent un sous-ensemble des données canoniques en CIM utilisé pour un objectif particulier. Un dataset de la Figure 1 contient des données pour un profil spécifique et cela est indiqué sur la Figure 1 par les datasets alignés verticalement au niveau de chaque profil.

Il existe, à chaque point commun entre un ensemble d'autorité de modèle et un profil, une pile de datasets indiquant que pour cet ensemble particulier d'autorité de modèle et ce profil, il peut y avoir plusieurs datasets représentant, par exemple, différentes périodes ou différents cas d'utilisation. La méthode de création et de combinaison des datasets dépend du cas d'utilisation. Des spécifications existent qui prennent mieux en charge les cas d'utilisation en ce qui concerne la combinaison des datasets, mentionnant un modèle CIM explicite pour les ensembles d'autorités de modèle en cours d'élaboration et qui sera publié ultérieurement.

Le présent document est souple et est conçu pour satisfaire à un large éventail de scénarios analytiques dans la planification et l'exploitation des environnements métier. Il est attendu que lorsque des parties l'utilisent pour collaborer dans un certain processus métier, ces parties souhaitent souvent élaborer des accords de gestion complémentaires qui décrivent toutes les restrictions et personnalisations du document qui sont estimées nécessaires pour leur processus. Dans la plupart des cas, ces accords complémentaires sont des accords locaux et ne sont pas des normes industrielles de l'IEC.

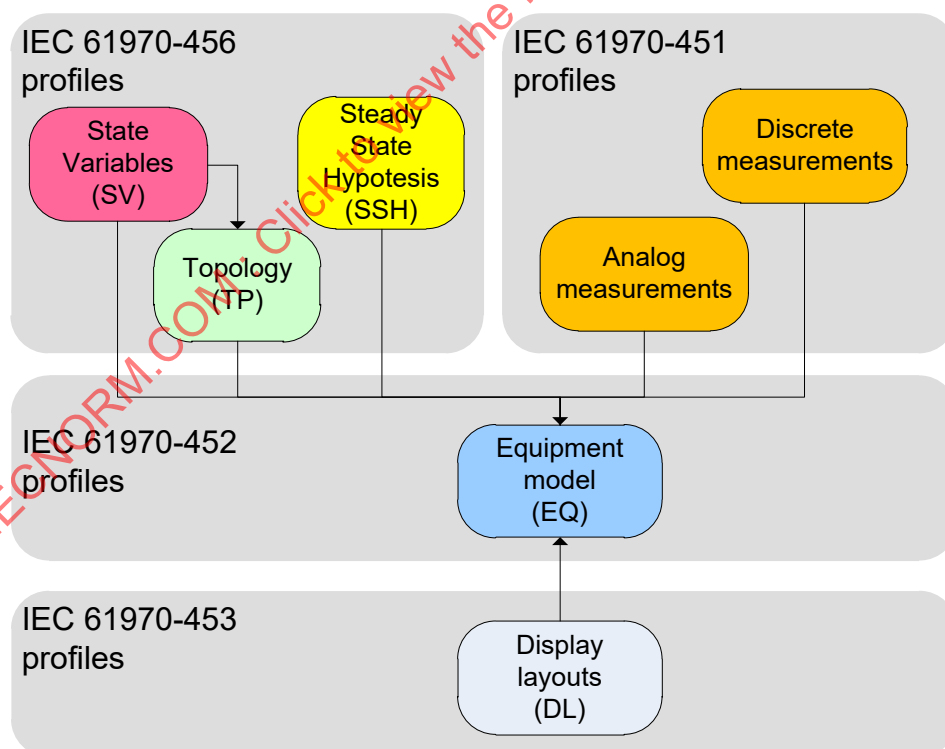
Le présent document ne spécifie pas un format de sérialisation pour son propre compte, mais le fait en association avec la spécification pour charges utiles en CIM/XML défini dans l'IEC 61970-552. Cette méthode de sérialisation possède plusieurs caractéristiques utiles

- Le format de sérialisation d'un profil est défini par des règles de l'IEC 61970-552 qui décrivent le format sur la base du modèle sémantique issu du profil.
- Un XML valide décrivant un modèle complet peut être réalisé simplement par concaténation des documents CIMXML pour chaque document partiel ou de profil. Ainsi, la «fusion» (merge) et l'«extraction» (extract) d'éléments de la modélisation n'exigent pas d'instructions de «raccordement» (stitching) séparées et constituent un processus conceptuellement très simple.

- L'IEC 61970-552 décrit également la façon dont des en-têtes de charges utiles fournissent des informations relatives à la façon dont les charges utiles s'accordent entre elles.

La Figure 2 représente certains des profils qui sont traités par la série IEC 61970 (partie 450 à partie 499) et indique leurs relations. Les profils sont définis dans des spécifications IEC 61970-450 différentes, chaque spécification définissant un groupe de profils:

- Profils de modèles de réseaux statiques définis dans l'IEC 61970-452
 - Profil Equipment (Équipement). Informations de modélisation statique décrivant les éléments physiques du réseau électrique et leurs connexions électriques;
 - Profil Measurement (Mesure) définissant l'existence de mesures et leurs relations avec les équipements du réseau électrique.
- Profils d'échange de disposition d'affichage schématique définis dans l'IEC 61970-453
 - Profil d'échange de disposition schématique. Il décrit les éléments des affichages schématiques ou géographiques qui doivent généralement être amendés lorsque de nouveaux éléments sont ajoutés à un modèle de réseau.
- Profils d'état de réseaux électriques résolus et initiaux définis dans l'IEC 61970-456 (le présent document)
 - Profil Steady State Hypothesis (Hypothèse en régime établi) qui fournit des conditions initiales au flux d'énergie. Ce profil provient de nombreuses sources telles que l'estimateur d'état ou les cas implémentés dans une étude;
 - Profil Topology (Topologie). Résultat de topologie tel que produit par un constructeur de modèles de réseau;
 - Profil State Variables (Variables d'état). Résultat d'un calcul de flux d'énergie.



Anglais	Français
61970-456 profiles	Profils 61970-456
State Variables (SV)	Variables d'état (SV)
Topology (TP)	Topologie (TP)
Steady State Hypothesis (SSH)	Hypothèse en régime établi (SSH)
61970-451 profiles	Profils 61970-451
Discrete measurements	Mesures discrètes
Analog measurements	Mesures analogiques
61970-452 profiles	Profils 61970-452
Equipment model (EQ)	Modèle d'équipement (EQ)
61970-453 profiles	Profils 61970-453
Display layouts (DL)	Dispositions d'affichage (DL)

Figure 2 – Relations entre les profils

Ces modules satisfont aux besoins des processus métier d'analyse de réseau utilisés dans l'exploitation, les études de planification, ainsi que pour des transferts entre exploitation et planification. Les profils IEC 61970-451 qui assurent le transfert des mesures du SCADA vers les applications EMS n'existent pas encore et sont en cours d'élaboration.

Les modèles de réseau utilisés dans l'exploitation incluent des descriptions détaillées de mesures et leur emplacement dans le réseau et les appareils de coupure. Ces modèles sont désignés modèles de disjoncteurs de nœuds. Les modèles de réseau utilisés dans la planification peuvent ne pas avoir ce niveau de détail et généralement excluent les mesures et les appareils de coupure. Au lieu de calculer les nœuds topologiques (TopologicalNodes) à partir des états des appareils de coupure, les nœuds topologiques sont maintenus manuellement.

Par hypothèse, les modèles de disjoncteurs de nœuds et les modèles en topologie nodale seront ultérieurement combinés pour permettre à l'exploitation et à la planification de partager les mêmes modèles.

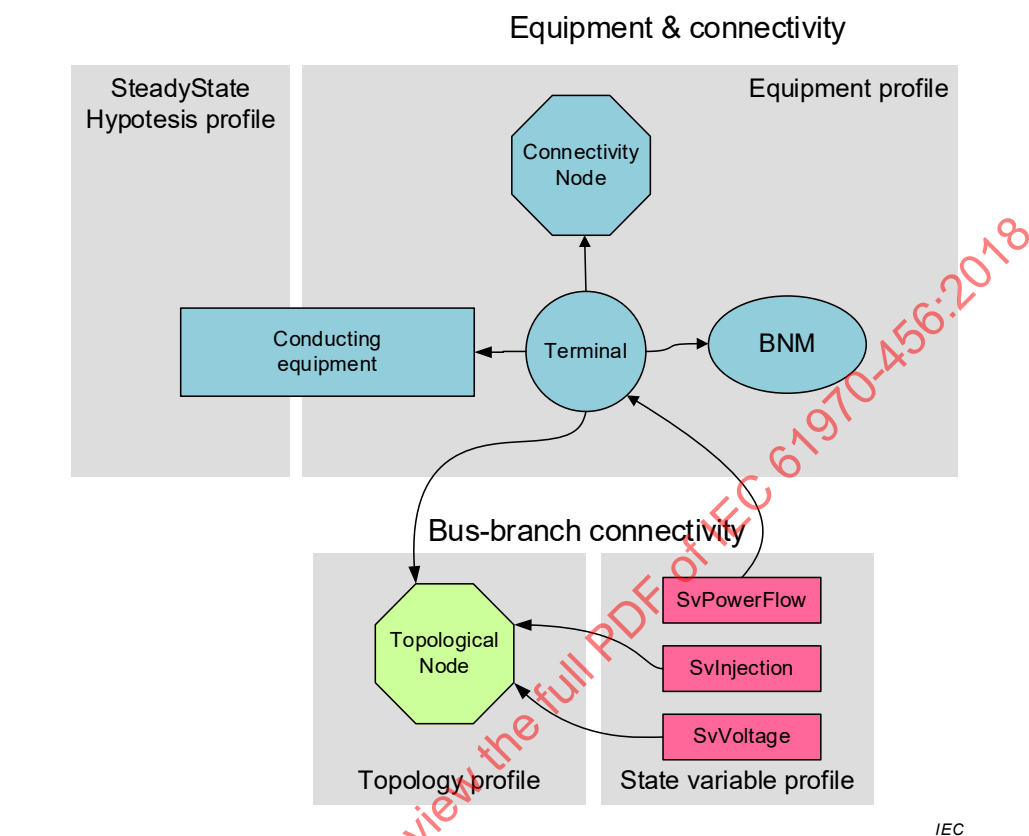
Sur la Figure 2, une flèche entre profils indique qu'il existe des relations définies entre des classes dans les deux profils. La direction indique que les classes dans le profil «de» dépendent des classes dans le profil «vers». Pour les données, cela signifie que les données de classe «de» se réfèrent aux ou dépendent des données de classe «vers». Exemple: un dataset d'un modèle d'équipement peut avoir un grand nombre de datasets de Topologie, de Variables d'état et d'Hypothèse en régime établi se référant à lui.

Dans les systèmes d'IT (traitement de l'information), des datasets correspondant aux profils de la Figure 2 sont échangés entre fonctions et/ou applications. Certains exemples d'applications et leur échange de dataset sont décrits dans les Articles 6 et 7.

Le modèle d'équipement possède une connectivité d'équipement décrite par le ConnectivityNode et les classes Terminal (bornes), (voir la Figure 3). La classe Terminal est centrale en ce qu'elle prend en charge les profils Equipment (Équipement), Topology (Topologie), State Variables (Variables d'état), Steady State Hypothesis (Hypothèse en régime établi) et Diagram Layout (Disposition du diagramme). Au sein du profil Equipment, la classe Terminal associe les ConnectivityNodes (nœuds de connectivité) au ConductingEquipment (équipement conducteur) et fournit des équipements à plusieurs Terminal (par exemple, Switches, ACLinesegments, etc.) avec des «côtés» d'équipement bien définis.

Les profils Equipment et Steady State Hypothesis sont à la base de la construction du modèle de réseau et du calcul de flux d'énergie. Le profil Topology décrit les nœuds topologiques, TopologicalNodes, qu'un calcul de flux d'énergie utilise comme entrée. Les TopologicalNodes sont créés à une étape précédant la solution de calcul de répartition réel et peuvent provenir d'un constructeur de modèles de réseau utilisant les ConnectivityNodes comme entrée ou par

édition manuelle dans un éditeur de modèle en topologie nodale. Le profil State Variables décrit le résultat d'un calcul de répartition (voir la Figure 3).



Anglais	Français
Equipment & connectivity	Équipement et connectivité
SteadyState hypothesis profile	Profil Steadystate hypothesis (Hypothèse en régime établi)
Equipment profile	Profil Equipment (Équipement)
Connectivity node	Nœud de connectivité
Conducting equipment	Équipement conducteur
Terminal	Terminal (borne)
BNM	BusNameMarkers
Bus-branch connectivity	Connectivité en topologie nodale
Topological node	Nœud topologique
Topology profile	Profil Topology (Topologie)
State variable profile	Profil State variables (Variables d'état)
SvPowerFlow	SvPowerFlow
SvInjection	SvInjection
SvVoltage	SvVoltage

Figure 3 – Exemple de modèle de connectivité

Les flèches de la Figure 3 indiquent les références entre les objets de CIM. Pour un modèle de disjoncteur de nœud, les TopologicalNodes sont calculés à partir des appareils de coupure

reliant les ConnectivityNodes et pour un modèle en topologie nodale, les TopologicalNodes sont maintenus manuellement.

Un modèle de disjoncteur de nœud utilise des ConnectivityNodes pour décrire la façon dont les équipements conducteurs sont connectés. Dans le traitement de topologie, tous les équipements conducteurs reliés les uns aux autres à travers des "Switches" (Interrupteurs) fermés sont identifiés et les "Terminals" (bornes) de l'équipement conducteur sont attribuées à un TopologicalNode.

Un modèle en topologie nodale utilise des TopologicalNodes pour décrire la façon dont les équipements conducteurs sont connectés. Dans ce cas, les TopologicalNodes sont maintenus manuellement et l'attribution des Terminals d'équipement conducteur aux TopologicalNodes est également assurée manuellement. Les TopologicalNodes maintenus manuellement possèdent des identifiants bien connus ou "numéros de bus" qui permettent de comparer différentes études sur le même réseau.

Dans le cas des modèles de disjoncteurs de nœuds, les TopologicalNodes sont créés par le traitement de topologie. Les marqueurs BusNameMarkers (BNM) sont utilisés pour éviter une dénomination arbitraire des TopologicalNodes issus du traitement de topologie, tel que décrit en 7.1.1. Les TopologicalNodes dans un modèle en topologie nodale impliquent que les "Switches" (Interrupteurs) d'un modèle de disjoncteur de nœud correspondant ont spécifié les états des interrupteurs (Switch.open). La création des BusNameMarkers pour un ou plusieurs de ces ensembles d'états d'interrupteurs et l'utilisation des noms de BusNameMarkers pour nommer les TopologicalNodes générés par le traitement de topologie peuvent préserver les noms de TopologicalNodes. Les variations des états d'interrupteurs sont gérées en ajoutant autant de BusNameMarkers que nécessaire pour prendre en charge les variations souhaitées.

Cette utilisation des BusNameMarkers conserve les noms de TopologicalNode et non l'identifiant mRID (le rdf:ID/rdf:about dans l'IEC 61970-552). Ainsi, les identifiants mRID de TopologicalNode varient entre différentes exécutions de traitement de topologie. Dans la version 17 de l'UML canonique, le modèle d'information a été modifié pour prendre en charge la préservation des mRID de TopologicalNode (cette version du profil est basée sur la version 16 de l'UML canonique).

Un modèle d'équipement utilisant des ConnectivityNodes peut ne pas nécessairement comporter des interrupteurs. Un modèle d'équipement simplifié peut initialement être créé sans interrupteurs pour ressembler à un modèle en topologie nodale. Cette possibilité permet de combiner des modèles détaillés de disjoncteurs de nœuds munis d'interrupteurs avec des modèles simplifiés en topologie nodale sans interrupteurs, dans la mesure où les deux modèles décrivent la connectivité à l'aide de ConnectivityNodes. Ceci est utile lorsque des modèles d'exploitation doivent être combinés avec des modèles de planification pour vérifier que les extensions prévues fonctionnent avec les modèles d'exploitation existants.

6 Cas d'utilisation

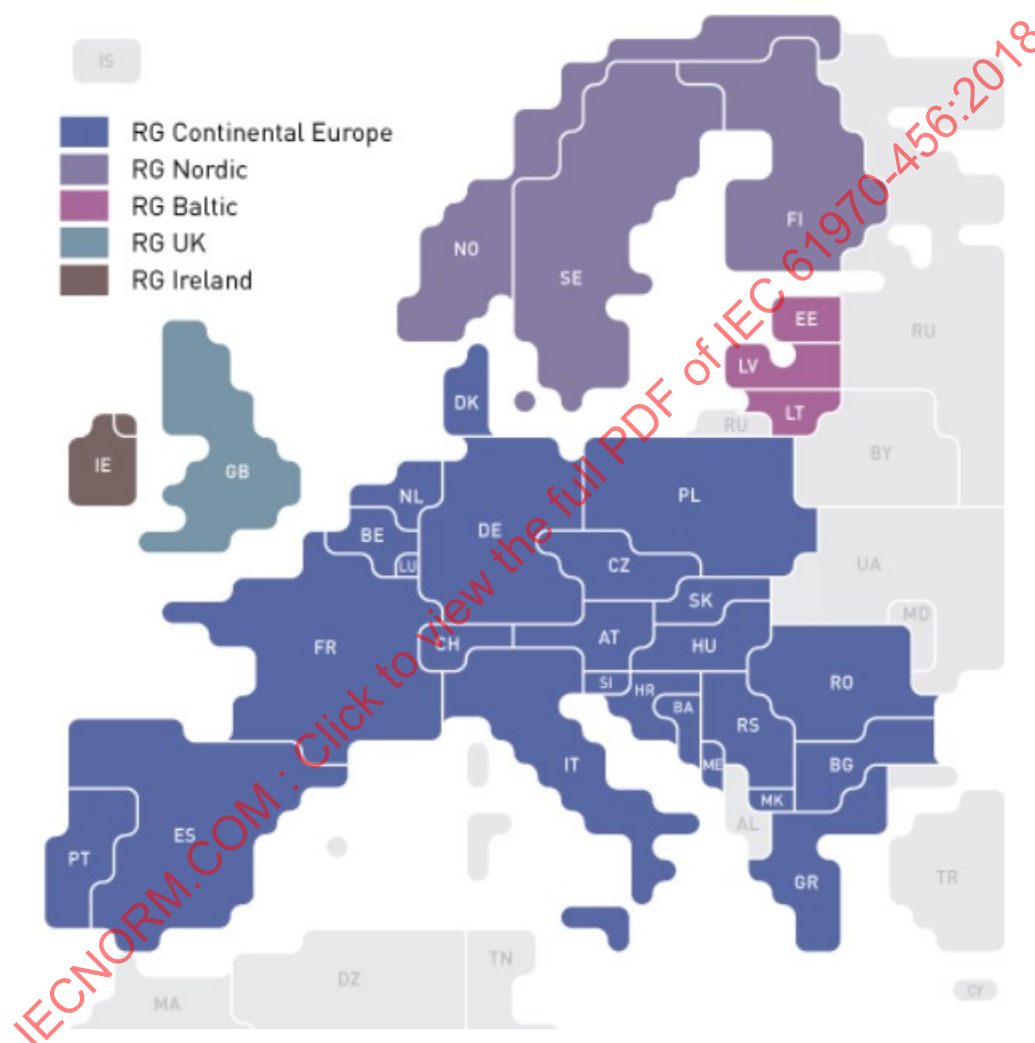
6.1 Vue d'ensemble

Cet article décrit la façon dont il convient d'appliquer la présente norme aux problèmes métier et donne des exemples de certains scénarios.

Les applications du réseau utilisent un modèle en topologie nodale lors du calcul de flux d'énergie principal pour lequel les branches ne sont pas des éléments d'impédance nulle. Les réseaux électriques réels ont des mesures et des appareils de coupure non décrits dans les modèles en topologie nodale, mais plutôt dans les modèles de disjoncteurs de nœuds. Ainsi, pour effectuer les calculs de réseau sur un modèle de disjoncteur de nœud, il est créé un modèle en topologie nodale dont tous les éléments d'impédance nulle ont été supprimés. Il n'est pas possible, dans plusieurs cas d'étude, d'aborder toutes les informations détaillées dans un modèle de disjoncteur de nœud. Par conséquent, des études se servent souvent d'un modèle en topologie nodale pour formuler des cas d'études. Le profil Steady State Hypothesis

décrit les données (les états d'interrupteur, par exemple) nécessaires pour transformer un modèle de disjoncteur de nœud en un modèle en topologie nodale.

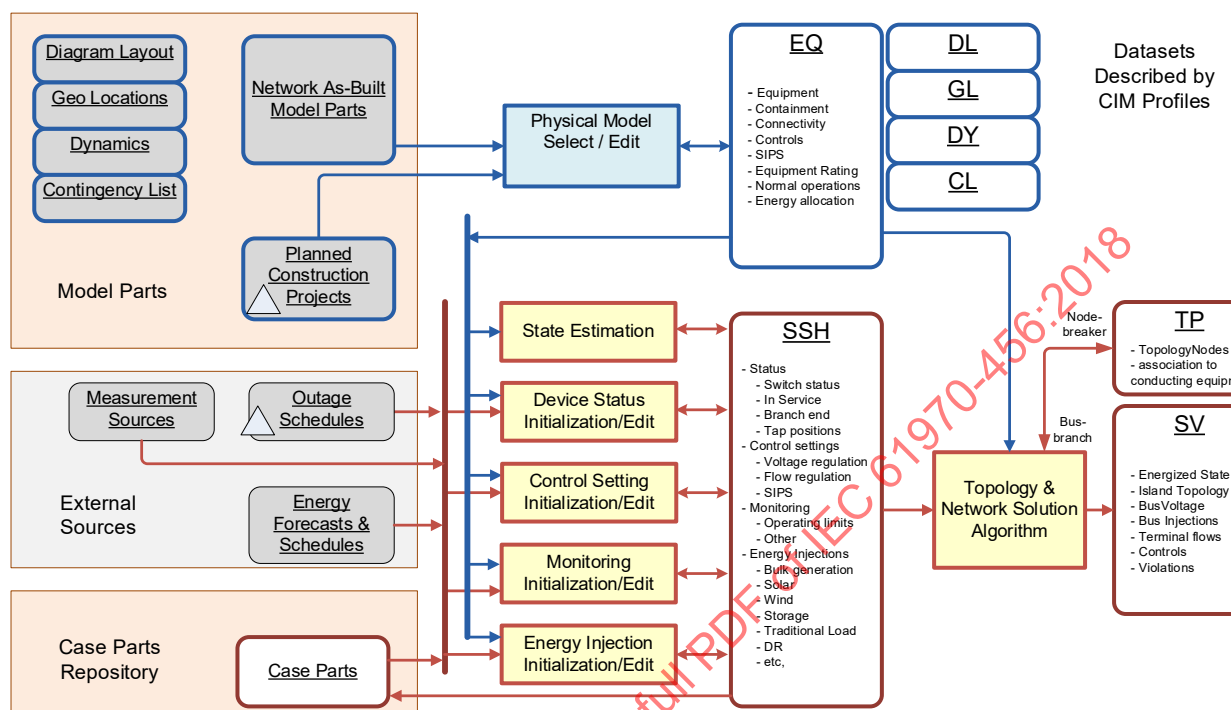
Un grand réseau électrique interconnecté est généralement divisé en régions, avec un gestionnaire de réseau responsable de l'exploitation du réseau dans une région donnée. Les interconnexions croissantes et plus fortes entre les régions augmentent la dépendance réciproque entre ces dernières. Il s'ensuit qu'un flux d'énergie mis en place pour une région particulière doit également inclure une partie significative des régions environnantes, y compris les données à la fois de EQ et de SSH. La Figure 4 présente à titre d'exemple un réseau électrique européen.



Anglais	Français
RG Continental Europe	Groupe de production de rapports (Europe continentale)
RG Nordic	Groupe de production de rapports (Europe du Nord)
RG Baltic	Groupe de production de rapports (pays baltes)
RG UK	Groupe de production de rapports (Royaume-Uni)
RG Ireland	Groupe de production de rapports (Irlande)

Figure 4 – Réseau électrique européen avec des régions

Le processus de création des cas inclut plusieurs sources de données SSH, comme celles présentées à la Figure 5.



IEC

Anglais	Français
Diagram layout	Disposition du diagramme
Geo locations	Emplacements géographiques
Dynamics	Dynamique
Contingency list	Liste de contingence
Model parts	Parties de modèle
Network as built model part	Réseau comme partie du modèle construit
Planned construction projects	Projets de construction planifiés
Measurement sources	Sources de mesure
External sources	Sources externes
Outage schedules	Programmes de coupure
Energy forecasts & schedules	Prévisions et programmations de l'énergie
Case parts repository	Référentiel des parties du cas
Case parts	Parties du cas
Physical model Select/Edit	Modèle physique Sélectionner/Éditer
State estimation	Estimation d'état
Device status Initialization/Edit	État de l'appareil Initialisation/Éditer
Control setting Initialization/Edit	Réglage Initialisation/Éditer
Monitoring Initialization/Edit	Surveillance Initialisation/Éditer
Energy injection Initialization/Edit	Injection d'énergie Initialisation/Éditer

Anglais	Français
<u>EQ</u> Equipment Containment Connectivity Controls SIPS Equipment rating Normal operation Energy allocation	<u>EQ</u> Équipement Confinement Connectivité Contrôles SIPS Classification de l'équipement Fonctionnement normal Allocation d'énergie
<u>SSH</u> Status Switch status In service Branch end Tap positions Control setting Voltage regulation Flow regulation SIPS Monitoring Operating limits Other Energy injections Bulk generation Solar Wind Storage Traditional load DR etc.	<u>SSH</u> État État de l'interrupteur En service Extrémité de branche Positions de prise Réglage Régulation de la tension Régulation du flux SIPS Surveillance Limites de fonctionnement Autres Injections d'énergie Production en grande quantité Solaire Éolienne Stockage Charge traditionnelle Ressource distribuée etc.
Datasets described by CIM profiles	Datasets décrits par les profils CIM
Node breaker	Disjoncteur
<u>TP</u> TopologyNodes Association to conducting equipment	<u>TP</u> TopologyNodes Association à l'équipement conducteur
Bus branch	Topologie nodale
Topology & network solution algorithm	Topologie et algorithme de solution du réseau
<u>SV</u> Energized state Island topology Bus voltage Bus injections Terminal flow Controls Violations	<u>SV</u> État sous tension Topologie pour îlot Tension de bus Injections de bus Flux de borne Contrôles Violations

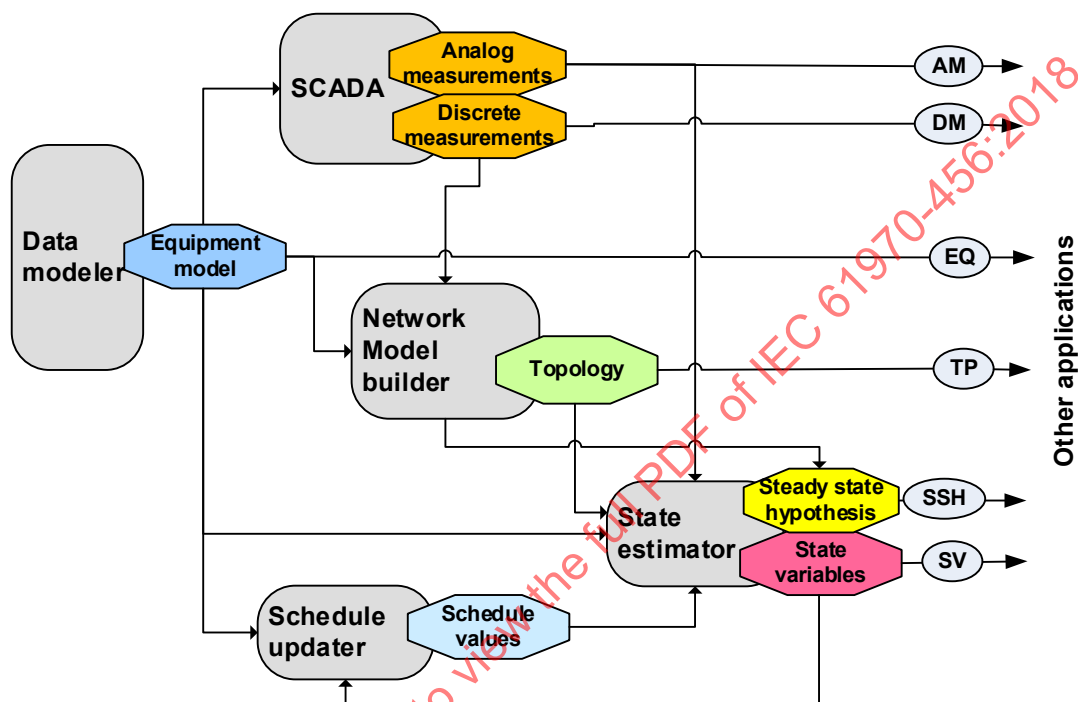
Figure 5 – Échange d'informations sur le flux d'énergie et résultats en partage

La Figure 5 représente la manière dont l'entrée dans le calcul de flux d'énergie possède plusieurs sources possibles différentes. L'estimation d'état et les mesures créent des données SSH comme entrée dans les calculs de flux d'énergie. La création des cas comprend la sélection et la combinaison de données de différentes sources pour former une entrée complète pour une étude de flux d'énergie. Steady State Hypothesis (Hypothèse en régime établi) (SSH), Topology (Topologie) (TP) et State Variables (Variables d'état) (SV) relèvent du

domaine d'application de la présente spécification. D'autres interfaces indiquées à la Figure 5 ne relèvent pas du domaine d'application de la présente spécification.

6.2 Intégration d'analyse de réseau d'EMS

Une architecture de transfert de données d'un SCADA/EMS vers d'autres applications est présentée à la Figure 6.



IEC

Anglais	Français
Data modeler	Modélisateur de données
Equipment model (EQ)	Modèle d'équipement (EQ)
SCADA	SCADA
Analog measurements (AM)	Mesures analogiques (AM)
Discrete measurements (DM)	Mesures discrètes (DM)
Network Model builder	Constructeur de modèles de réseau
Topology (TP)	Topologie (TP)
State estimator	Estimateur d'état
Steady state hypothesis (SSH)	Hypothèse en régime établi (SSH)
State variables (SV)	Variables d'état (SV)
Schedule updater	Dispositif de mise à jour de programme
Schedule values	Valeurs de programme
Other applications	Autres applications

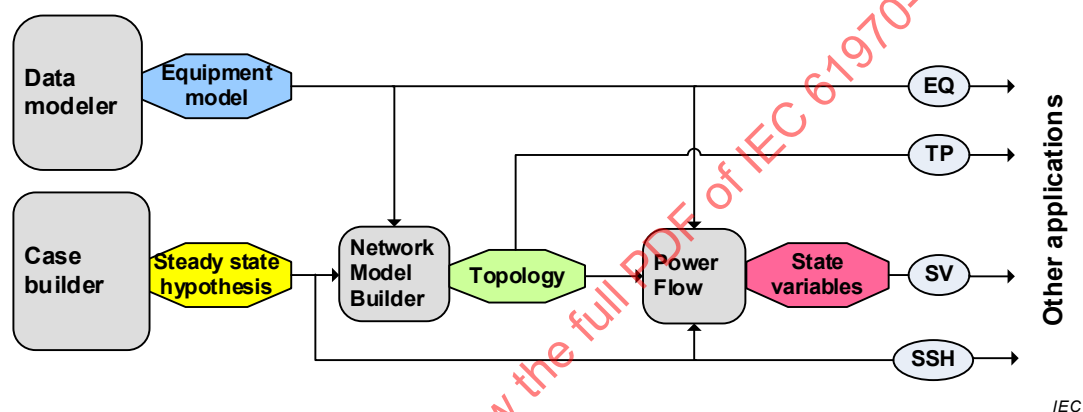
Figure 6 – Datasets d'EMS vers un client externe

La Figure 6 présente les interfaces suivantes:

- EQ: Données de modèle d'Équipement comme décrit dans l'IEC 61970-452;
- DM: dataset de mesures discrètes du réseau;
- AM: dataset de mesures analogiques du réseau;
- TP: Dataset de Topologie provenant du constructeur de modèles de réseau;
- SV: Dataset de Variables d'état provenant de l'estimateur d'état;
- SSH: L'Hypothèse en régime établi du constructeur de modèles de réseau et de l'estimateur d'état constitue une sortie qui peut être utilisée comme entrée dans les calculs de flux d'énergie comme représenté à la Figure 7.

6.3 Analyse de réseau basée sur le calcul de répartition

La Figure 7 présente une architecture des calculs de répartition selon les modèles de disjoncteurs de nœuds

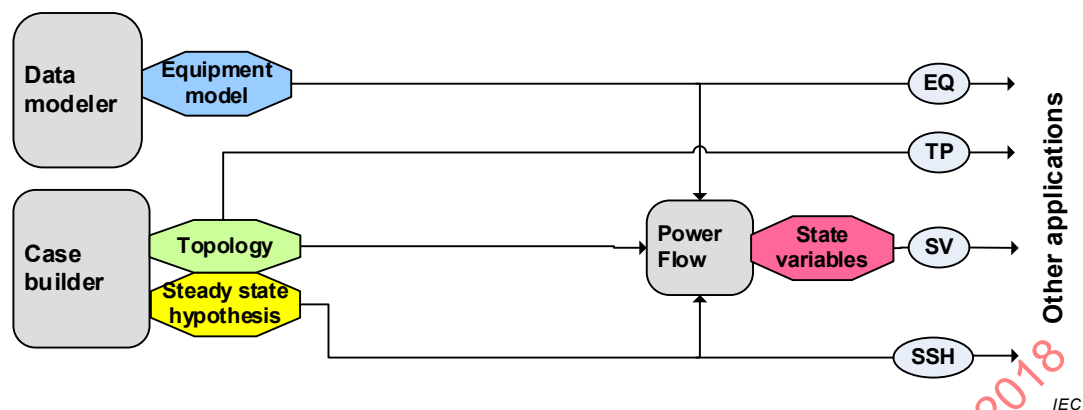


Anglais	Français
Data modeler	Modélisateur de données
Equipment model (EQ)	Modèle d'équipement (EQ)
Case builder	Constructeur de cas
Steady state hypothesis (SSH)	Hypothèse en régime établi (SSH)
Network Model Builder	Constructeur de modèles de réseau
Topology (TP)	Topologie (TP)
Power Flow	Calcul de répartition
State variables (SV)	Variables d'état (SV)
Other applications	Autres applications

Figure 7 – Architecture d'intégration du calcul de répartition en disjoncteur de nœud

Les données SSH et EQ résultent de l'activité du constructeur de cas. Cette activité génère en plus du modèle d'équipement toutes les entrées nécessaires au calcul de répartition. Les données SSH peuvent être également fournies par l'estimateur d'état (voir Figure 6).

La Figure 8 présente l'architecture des calculs de répartition selon les modèles en topologie nodale.



Anglais	Français
Data modeler	Modélisateur de données
Equipment model (EQ)	Modèle d'équipement (EQ)
Case builder	Constructeur de cas
Steady state hypothesis (SSH)	Hypothèse en régime établi (SSH)
Topology (TP)	Topologie (TP)
Power Flow	Calcul de répartition
State variables (SV)	Variables d'état
Other applications	Autres applications

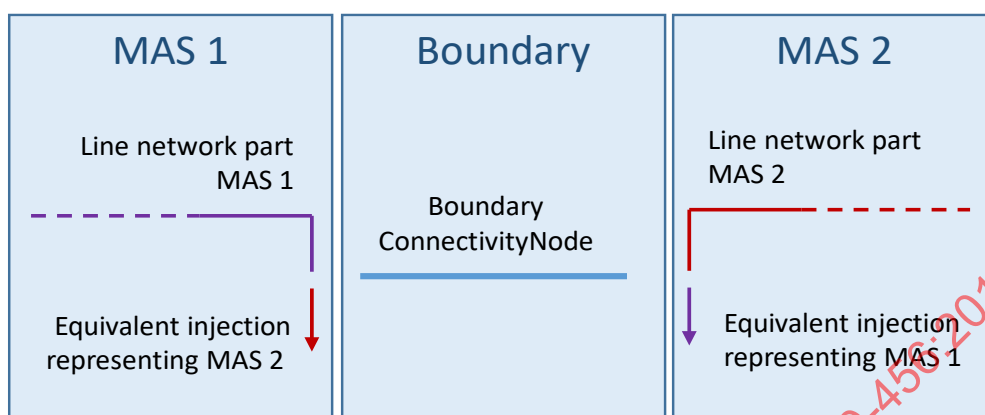
Figure 8 – Architecture d'intégration du calcul de répartition en topologie nodale

Les données SSH, TP et EQ résultent de l'activité du constructeur de cas. Cette activité génère en plus du modèle d'équipement toutes les entrées nécessaires au calcul de répartition.

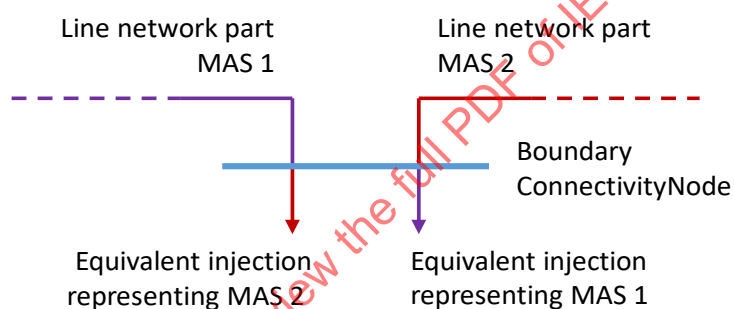
La Figure 7 et la Figure 8 décrivent le cas pour lequel toutes les entrées vers le calcul de répartition sont connues. Cela peut signifier pour un grand réseau électrique avec plusieurs régions interconnectées que les données de bon nombre de régions sont collectées et assemblées pour constituer le cas d'étude. Il est effectué dans plusieurs cas d'étude de nombreux calculs de flux d'énergie (par exemple, la prévision des congestions) et le cas d'étude formulé est automatisé sans l'exigence d'une intervention humaine. Ceci implique que les modèles de réseau régionaux sont décrits de telle sorte qu'ils puissent être assemblés automatiquement. Cette fusion s'effectue au moyen d'une méthode par laquelle les frontières entre les régions sont décrites par des ensembles d'autorités de modèle de frontière séparés qui sont utilisés comme interface entre les régions.

Une méthode de résolution du calcul de répartition pour une partie régionale de réseau sans les parties avoisinantes du réseau consiste à représenter les parties avoisinantes avec des injections équivalentes reliées à la partie frontière du réseau comme représenté à la Figure 9.

Network part datasets



Merged model



IEC

Anglais	Français
Network part datasets	Datasets des parties du réseau
MAS 1	MAS 1
Line network part MAS 1	Partie du réseau filaire, MAS 1
Equivalent injection representing MAS 2	Injection équivalente représentant MAS 2
Boundary	Frontière
Boundary ConnectivityNode	ConnectivityNode de la Frontière
MAS 2	MAS 2
Line network part MAS 2	Partie du réseau filaire, MAS 2
Equivalent injection representing MAS 1	Injection équivalente représentant MAS 1
Merged model	Modèle fusionné

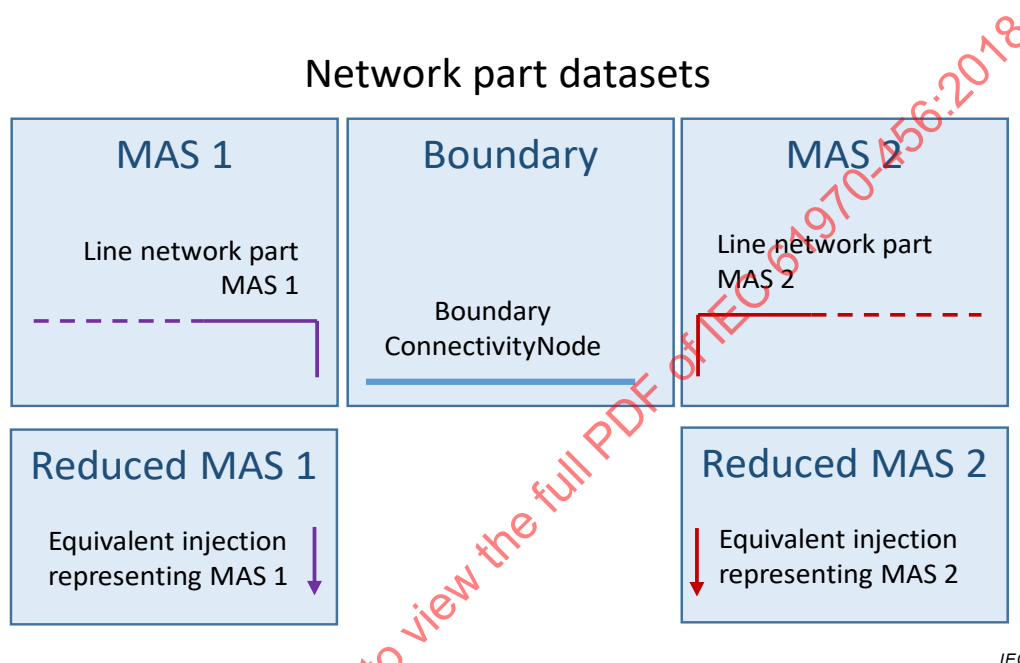
Figure 9 – Modèle d'injection à la frontière

Noter que les deux injections équivalentes de la Figure 9 sont toujours présentes et font partie intégrante des ensembles d'autorités de modèle décrivant les parties régionales du réseau. La partie supérieure de la Figure 9 présente ces parties régionales avant la fusion et la partie inférieure présente le modèle de réseau assemblé.

Les injections équivalentes à la frontière permettent de vérifier qu'il est possible de résoudre le calcul de répartition pour le réseau régional sans les parties avoisinantes du réseau. Dans un modèle de réseau assemblé, les injections à la frontière sont ignorées pour éviter des

erreurs engendrées par les différences de valeurs d'injection SSH entre les deux injections équivalentes. La non-prise en compte éventuelle des injections à la frontière n'est pas décrite dans les données échangées (les données EQ ou SSH, par exemple). Le contexte de l'échange des données décide plutôt du moment de non-prise en compte des injections à la frontière (par exemple, les échanges de données pour la prévision des congestions en Europe).

Une autre façon de gérer les injections aux frontières consiste à traiter la représentation réduite du réseau de l'autre côté de la frontière comme des ensembles d'autorités de modèles séparés comme présentés à la Figure 10.



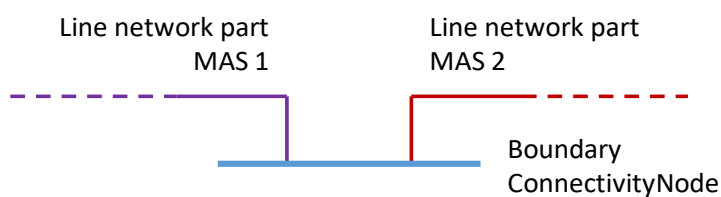
IEC

Anglais	Français
Network part datasets	Datasets des parties du réseau
MAS 1	MAS 1
Line network part MAS 1	Partie du réseau filaire, MAS 1
Boundary	Frontière
Boundary ConnectivityNode	ConnectivityNode de la Frontière
MAS 2	MAS 2
Line network part MAS 2	Partie du réseau filaire, MAS 2
Reduced MAS 1	MAS 1 réduit
Equivalent injection representing MAS 1	Injection équivalente représentant MAS 1
Reduced MAS 2	MAS 2 réduit
Equivalent injection representing MAS 2	Injection équivalente représentant MAS 2

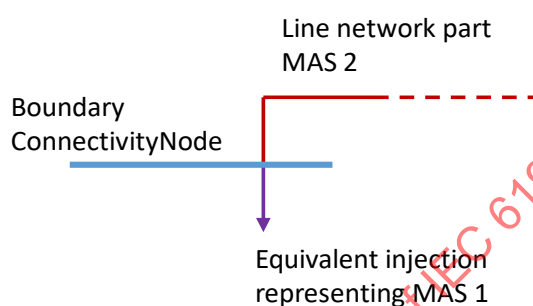
Figure 10 – Autres modélisation de la frontière

Dans la Figure 10, les deux ensembles d'autorités de modèle, «MAS 1 réduit» et «MAS 2 réduit», ont des équivalents simplifiés. Des équivalents plus complexes que ceux-ci sont bien entendu possibles. Les ensembles d'autorités de modèle de la Figure 10 peuvent être alors combinés comme représenté à la Figure 11.

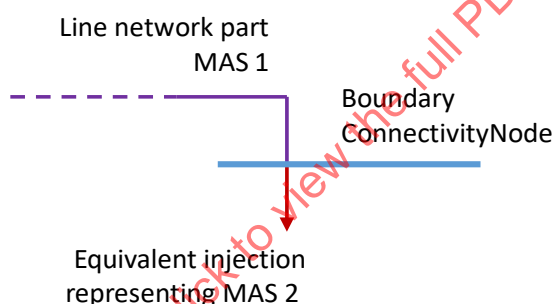
Assembled model with no equivalents



Assembled model with MAS 1 reduced



Assembled model with MAS 2 reduced



IEC

Anglais	Français
Assembled model with no equivalents	Modèle assemblé sans aucun équivalent
Line network part MAS 1	Partie du réseau filaire, MAS 1
Line network part MAS 2	Partie du réseau filaire, MAS 2
Boundary ConnectivityNode	ConnectivityNode de la Frontière
Assembled model with MAS 1 reduced	Modèle assemblé avec MAS 1 réduit
Line network part MAS 2	Partie du réseau filaire, MAS 2
Boundary ConnectivityNode	ConnectivityNode de la Frontière
Equivalent injection representing MAS 1	Injection équivalente représentant MAS 1
Assembled model with MAS 2 reduced	Modèle assemblé avec MAS 2 réduit
Line network part MAS 1	Partie du réseau filaire, MAS 1
Boundary ConnectivityNode	ConnectivityNode de la Frontière
Equivalent injection representing MAS 2	Injection équivalente représentant MAS 2

Figure 11 – Variantes du modèle assemblé

Lorsque les ensembles d'autorités de modèle régional, MAS 1 et MAS 2, sont assemblés (voir la partie supérieure de la Figure 11), aucun équivalent nécessitant un traitement spécial lors de la résolution d'un calcul de répartition n'est inclus. Lorsque le calcul de répartition est

effectué pour un réseau régional sans les réseaux voisins, les injections équivalentes sont utilisées en lieu et place comme représenté dans la partie inférieure de la Figure 11.

L'utilisation d'injections équivalentes présentée à la Figure 9 viole l'utilisation originale et prévue des injections équivalentes. Dans ce cas, il est nécessaire qu'un calcul de répartition reconnaisse un cas assemblé, puis ignore les injections équivalentes. Il est donc recommandé de ne pas utiliser cette méthode de modélisation.

L'utilisation d'injections équivalentes présentée à la Figure 10 est conforme à l'utilisation originale et prévue des injections équivalentes; elle est l'utilisation recommandée.

Les cas d'utilisation décrits dans le présent article se chevauchent avec ceux de l'IEC 61970-452 et le profil EQ. Puisque le présent document est destiné aux profils TP, SV et SSH, la prochaine édition (édition 3) sera mieux coordonnée avec l'IEC 61970-452.

7 Modèle de données avec exemples de CIMXML

7.1 Utilisation des interfaces

7.1.1 Vue d'ensemble

L'entrée dans la construction du modèle de réseau correspond aux données du modèle d'équipement et aux données de l'Hypothèse en régime établi. La sortie correspond aux données de Topologie abordées dans le présent article. Le présent article a pour objet de fournir un modèle en topologie nodale décrit par des TopologicalNodes (nœuds topologiques) nécessaire comme entrée pour l'estimation d'état ou toute autre application basée sur le calcul de répartition. Le ConnectivityNode dans le modèle d'équipement correspond à l'entrée dans la construction du modèle de réseau pour la création des TopologicalNodes.

Un dataset de Topologie dépend toujours d'un dataset d'équipement. Par conséquent, un dataset de topologie se réfère au dataset d'équipement sur lequel il est basé et, dans la plupart des cas d'utilisation, il s'agit du dataset d'équipement que le client souhaite utiliser. Cela n'empêche pas de tenter de l'utiliser avec d'autres datasets d'équipement, ce qui peut être utile dans certains cas d'utilisation. Fondamentalement, la seule exigence logicielle est que toutes les références externes issues du dataset de topologie résolvent les objets dans le dataset d'équipement avec lequel il est utilisé. Si un dataset de topologie a été créé par un constructeur de modèles de réseau utilisant des états d'interrupteurs provenant d'un dataset d'hypothèse en régime établi, le dataset de topologie peut faire référence au dataset d'hypothèse en régime établi.

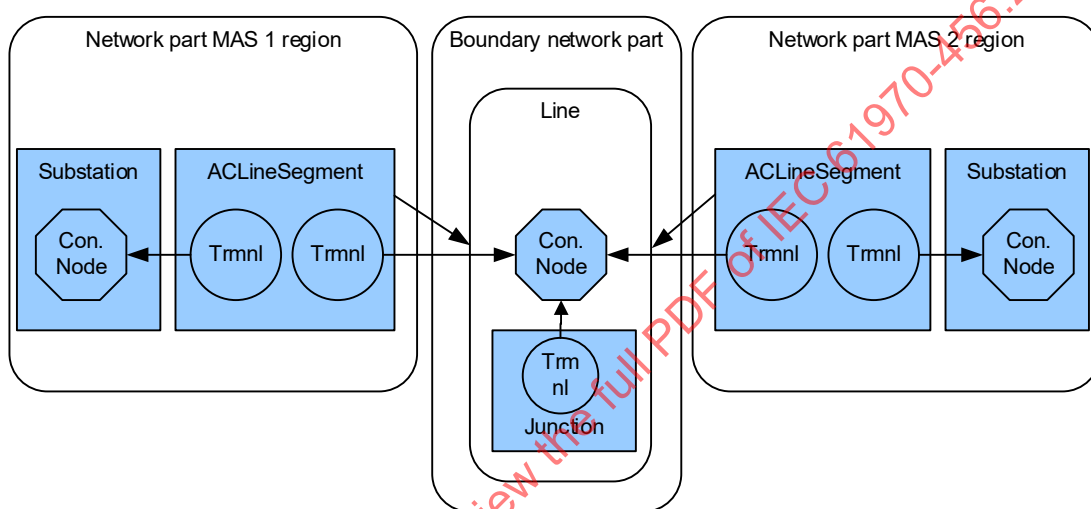
Un constructeur de modèles de réseau génère les TopologicalNodes à chaque exécution et avec des états d'interrupteurs potentiellement différents du dataset d'hypothèse en régime établi. Pour permettre la comparaison des topologies de réseau, l'identité associée aux bus principaux de chaque poste doit être identique et stable. La modélisation du CIM permet au modélisateur de fournir des données d'entrée pour identifier les bus principaux et fournir une indication concernant la façon dont l'identité du bus doit être créée dans l'algorithme de traitement de topologie par l'utilisation des BusNameMarkers. Si les modélisateurs fournissent des BusNameMarkers et établissent des bus principaux multiples séparés par des interrupteurs de maintien à chaque fois que des séparations de bus sont communes, alors les TopologicalNodes peuvent avoir des noms cohérents d'un dataset de Topologie à un autre. La classe CIM BusNameMarker permet de donner un nom stable aux TopologicalNodes. Un constructeur de modèles de réseau peut copier le nom à partir d'un BusNameMarker vers le TopologicalNode étant donné qu'un BusNameMarker est présent à un "Terminal" relié au TopologicalNode. Si plusieurs BusNameMarkers sont présents au même TopologicalNode, le choix du BusNameMarker est fait en priorité. Noter que:

- Un BusNameMarker associé à Terminal signifie qu'un ConductingEquipment doit être présent pour permettre le positionnement d'un BusNameMarker.

- Les BusNameMarkers qui peuvent apparaître au même TopologicalNode doivent avoir un ordre de priorité strict pour assurer la dénomination cohérente des TopologicalNodes dans le temps.
- L'identifiant mRID du BusNameMarker ne peut être copié vers le TopologicalNode parce que cette copie enfreint l'exigence d'unicité pour les mRID si les TopologicalNodes ne sont pas stables dans le document d'échange.

7.1.2 Frontières du modèle de réseau

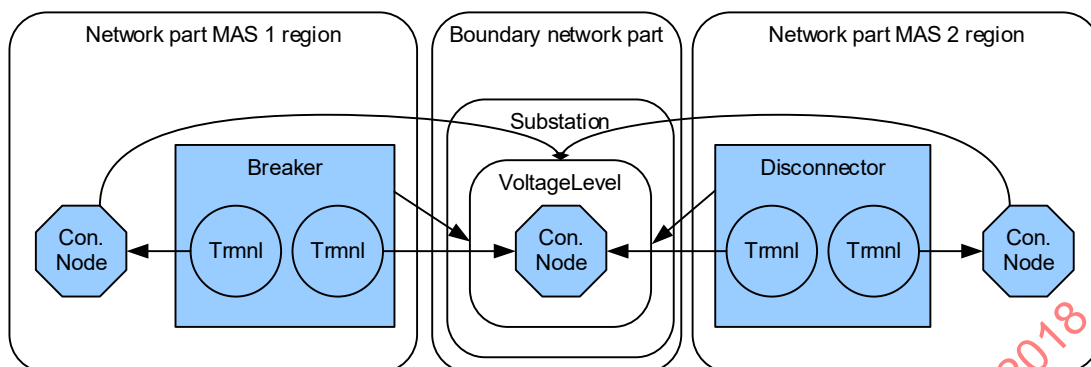
Les ConnectivityNodes forment également le point d'interface des datasets de frontière entre les parties du réseau comme représenté à la Figure 12 et la Figure 13.



IEC

Anglais	Français
Network part MAS 1 region	Partie du réseau, région MAS 1
Substation	Substation (Poste)
Con. Node	Nœud de connectivité
ACLineSegment	ACLineSegment
Boundary network part	Partie frontière du réseau
Line	Ligne
Junction	Jonction
Network part MAS 2 region	Partie du réseau, région MAS 2

Figure 12 – Exemple de dataset de frontière d'une ligne



IEC

Anglais	Français
Network part MAS 1 region	Partie du réseau, région MAS 1
Con. Node	Nœud de connectivité
Breaker	Disjoncteur
Boundary network part	Partie frontière du réseau
Substation	Substation (Poste)
VoltageLevel	VoltageLevel (niveau de tension)
Network part MAS 2 region	Partie du réseau, région MAS 2
Disconnecter	Sectionneur

Figure 13 – Exemple de dataset de frontière d'un poste

Les noms de classe de CIM abrégés suivants sont utilisés dans la Figure 12 et la Figure 13:

- Con.Node = CIM ConnectivityNode;
- Top.Node = CIM TopologicalNode;
- Tmnl = CIM Terminal.

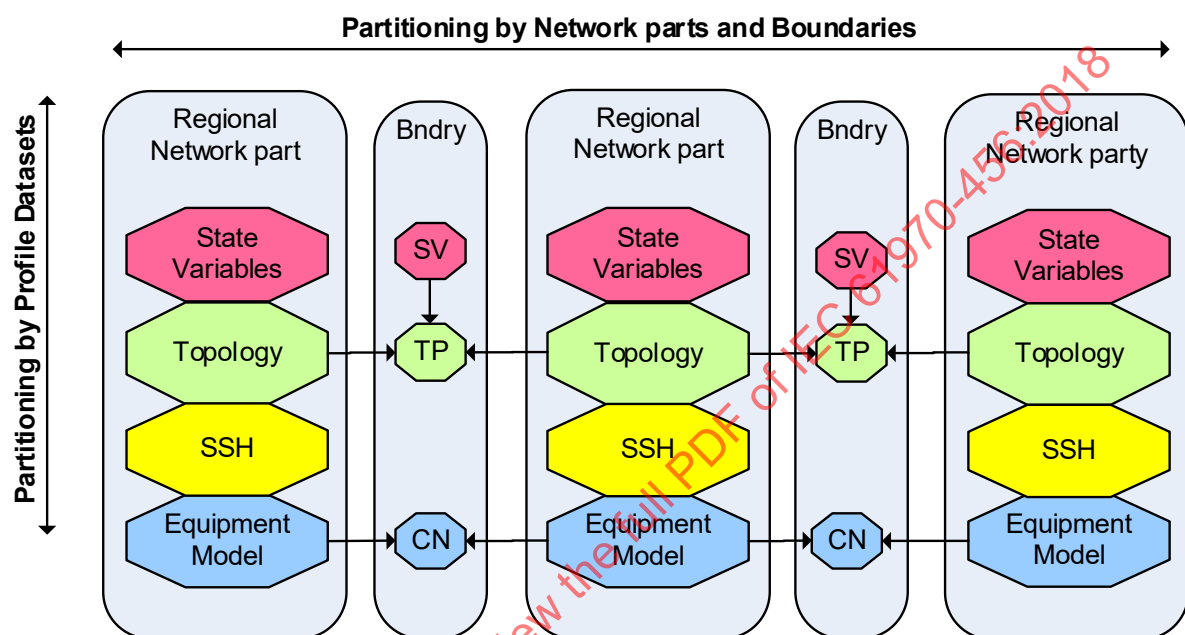
Les flèches représentent les directions des références telles que définies dans les documents sur le profil et instanciées dans les datasets. Toutes les références vont des parties régionales du réseau à la partie frontière du réseau et la partie frontière du réseau n'a de référence qu'elle-même. Par conséquent, les parties frontière du réseau sont autonomes et ne dépendent pas des autres parties du réseau.

La Figure 12 représente une "Line" (ligne) entre deux "Substations" (postes) dans différentes parties régionales du réseau appelées "Parties de réseau MAS 1" et "Partie de réseau MAS 2". La partie frontière du réseau est décrite avec une ligne et un ConnectivityNode (nœud de connectivité). Pour décrire l'emplacement physique du ConnectivityNode, une jonction peut être ajoutée au ConnectivityNode. Les ACLineSegments sont décrits dans les parties régionales du réseau, mais sont contenus dans la Ligne à la frontière et sont reliés au ConnectivityNode à la frontière. Une partie frontière du réseau peut également avoir un poste au lieu d'une ligne comme représenté à la Figure 13. Dans ce cas, le Substation, un VoltageLevel (Niveau de tension) et un ConnectivityNode se situent à la partie frontière du réseau tandis que le reste de l'équipement du poste est défini dans les parties régionales du réseau.

La Figure 14 représente la façon dont un cas de calcul de répartition assemblé est partitionné de deux façons:

- Régions séparées par des frontières.
- Datasets selon les profils de CIM.

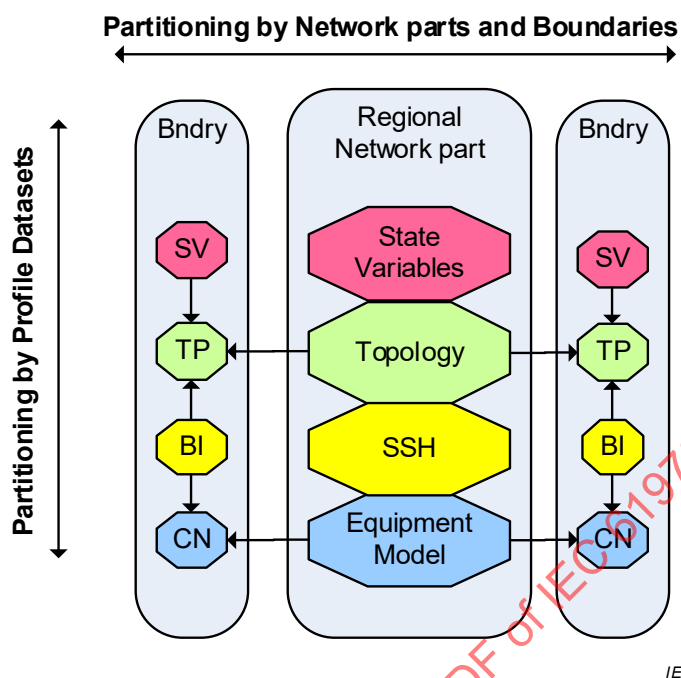
Le partitionnement des documents CIMXML selon la section transversale entre les régions et les datasets de profil, permet à de nombreux documents XML de taille plus petite de décrire un grand réseau, comme représenté à la Figure 14.



Anglais	Français
Partitioning by Network parts and Boundaries	Partitionnement par parties de réseau et frontières
Partitioning by profile datasets	Partitionnement par datasets de profil
Regional network part	Partie régionale de réseau
State variables	Variables d'état
Topology	Topologie
SSH	SSH (Hypothèse en régime établi)
Equipment model	Modèle d'équipement
Bndry	Frontière
SV	SV (Variables d'état)
TP	TP (Topologie)
CN	CN

Figure 14 – Calcul de répartition sur un modèle assemblé

La Figure 15 représente le même partitionnement que celui représenté à la Figure 14, mais pour une seule partie régionale de réseau. Les injections de Steady State Hypothesis dans la frontière représentant les parties régionales du réseau sont indiquées avec "BI" pour l'injection à la frontière. Comme décrit à la Figure 11, les injections à la frontière ne sont utilisées que lorsque le calcul de répartition est résolu pour une seule partie régionale de réseau. Lors de la résolution du calcul de répartition pour plusieurs parties régionales du réseau, les injections à la frontière entre ces parties ne sont pas prises en compte.



Anglais	Français
Partitioning by Network parts and Boundaries	Partitionnement par parties de réseau et frontières
Partitioning by profile datasets	Partitionnement par datasets de profil
Bndry	Frontière
SV	SV (Variables d'état)
TP	TP (Topologie)
BI	BI
CN	CN
Regional network part	Partie régionale de réseau
State variables	Variables d'état
Topology	Topologie
SSH	SSH (Hypothèse en régime établi)
Equipment model	Modèle d'équipement

Figure 15 – Calcul de répartition sur une partie régionale de réseau

7.1.3 Modèles en topologie nodale et de disjoncteur de nœud

Un modèle de réseau peut être décrit en deux niveaux de détail différents:

- Modèle en topologie nodale sans aucun détail de poste.
- Modèle de disjoncteur de nœud avec des interrupteurs et des informations détaillées de mesure.

Les modèles en topologie nodale utilisent des TopologicalNodes pour les ConnectivityNodes de connectivité pendant que les modèles de disjoncteurs de nœuds utilisent les ConnectivityNodes séparés par des interrupteurs (disjoncteurs, sectionneurs). La construction de modèles de réseau consiste à réduire les interrupteurs effacés sur la base des entrées Switch.open, Equipment.normallyInService, ACDCTerminal.connected et à créer des TopologicalNodes correspondants. En utilisant des BusNameMarkers, les noms des

TopologicalNodes issus de la construction de modèles de réseau peuvent être rendus stables avec des TopologicalNodes dans un modèle en topologie nodale. La stabilité du TopologicalNode lui-même et son mRID ne sont cependant pas pris en charge.

L'une des inventions en CIM est la prise en charge de modèles mixtes en topologie nodale et de disjoncteur de nœud. Cela a été possible grâce à la liaison entre ConnectivityNode et TopologicalNode comme représenté à la Figure 16.

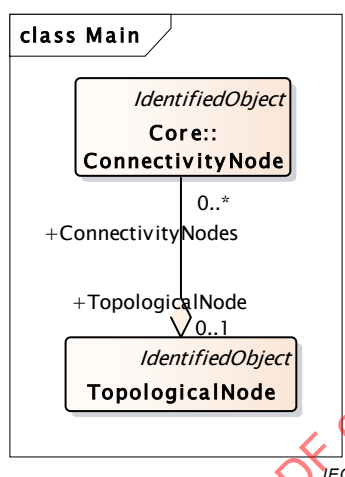


Figure 16 – Relation du CIM entre ConnectivityNode et TopologicalNode

Lorsqu'un constructeur de modèles de réseau crée un modèle en topologie nodale à partir d'un modèle de disjoncteur de nœud, les TopologicalNodes et la liaison ConnectivityNode à TopologicalNode sont créés. Il existe plusieurs méthodes pour le faire:

- Utiliser les noms de BusNameMarker à partir du modèle de disjoncteur de nœud pour établir une correspondance avec le modèle en topologie nodale TopologicalNodes et pour fusionner les modèles de topologie au moment de la construction du modèle de réseau. Noter que l'utilisation des noms est une manière peu sûre de fusionner les TopologicalNodes. Il convient d'utiliser de préférence des TopologicalNodes stables en lieu et place. Cela est possible une fois que les TopologicalNodes sont rendus stables.
- Convertir en modèles d'équipement de disjoncteur de nœud les équipements en topologie nodale et les modèles de topologie et assembler les modèles d'équipement. Cela se fait en créant des ConnectivityNodes et des BusNameMarkers à partir des TopologicalNodes dans les modèles en topologie nodale.

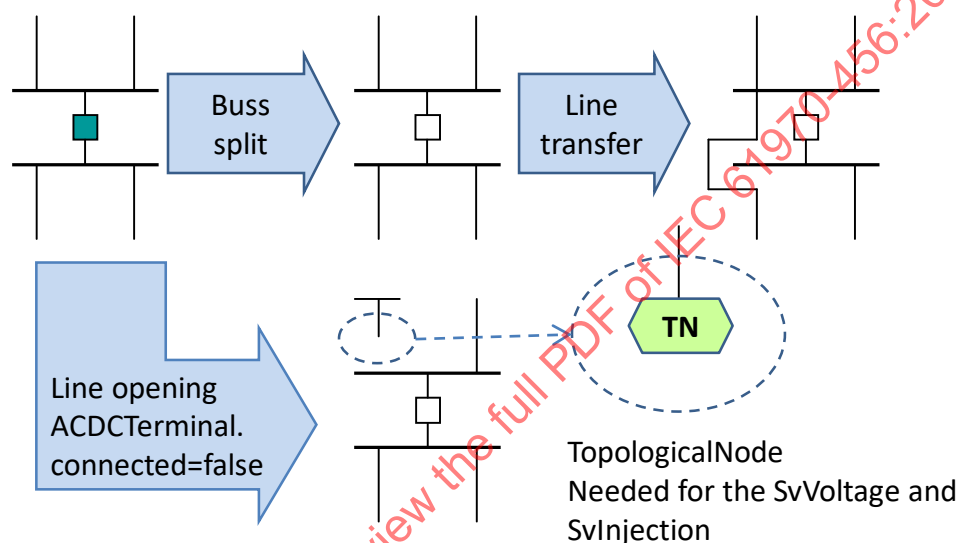
Les règles de construction de modèles de réseau sont les suivantes:

- Calculer les TopologicalNodes à partir des ConnectivityNodes en procédant au traitement de Switch.open et ACDCTerminal.connected. Une branche à extrémité ouverte aboutit à un TopologicalNode à l'extrémité ouverte pour maintenir la tension et l'angle.
- Exclure tous les équipements pour lesquels Equipment.normallyInService=false à partir du flux d'énergie.

Dans un modèle en topologie nodale, une séparation de bus et le transfert d'une ligne entre bus séparés sont représentés à la Figure 17. Ceux-ci peuvent être modélisés comme suit:

- Il convient de représenter un niveau de tension avec deux bus (ConnectivityNodes) avec un interrupteur de maintien (Switch.retained=true) entre eux, la liaison de bus étant fermée. L'interrupteur est traité comme une branche logique d'impédance nulle dans le flux d'énergie.

- Le bus peut ensuite être séparé en ouvrant l'interrupteur de couplage, comme représenté à la Figure 17.
- Le transfert d'une branche ou d'un autre équipement entre des jeux de barres ne peut pas être effectué avec une commutation. En remplacement, le modèle d'équipement est mis à jour de sorte que la liaison branche/borne d'équipement au ConnectivityNode est également mise à jour.
- L'ouverture d'une extrémité ACLineSegment peut se faire à l'aide de l'indicateur ACDCTerminal.connected. Dans ce cas, un TopologicalNode représentant la tension à l'extrémité ACLineSegment ouverte est nécessaire.



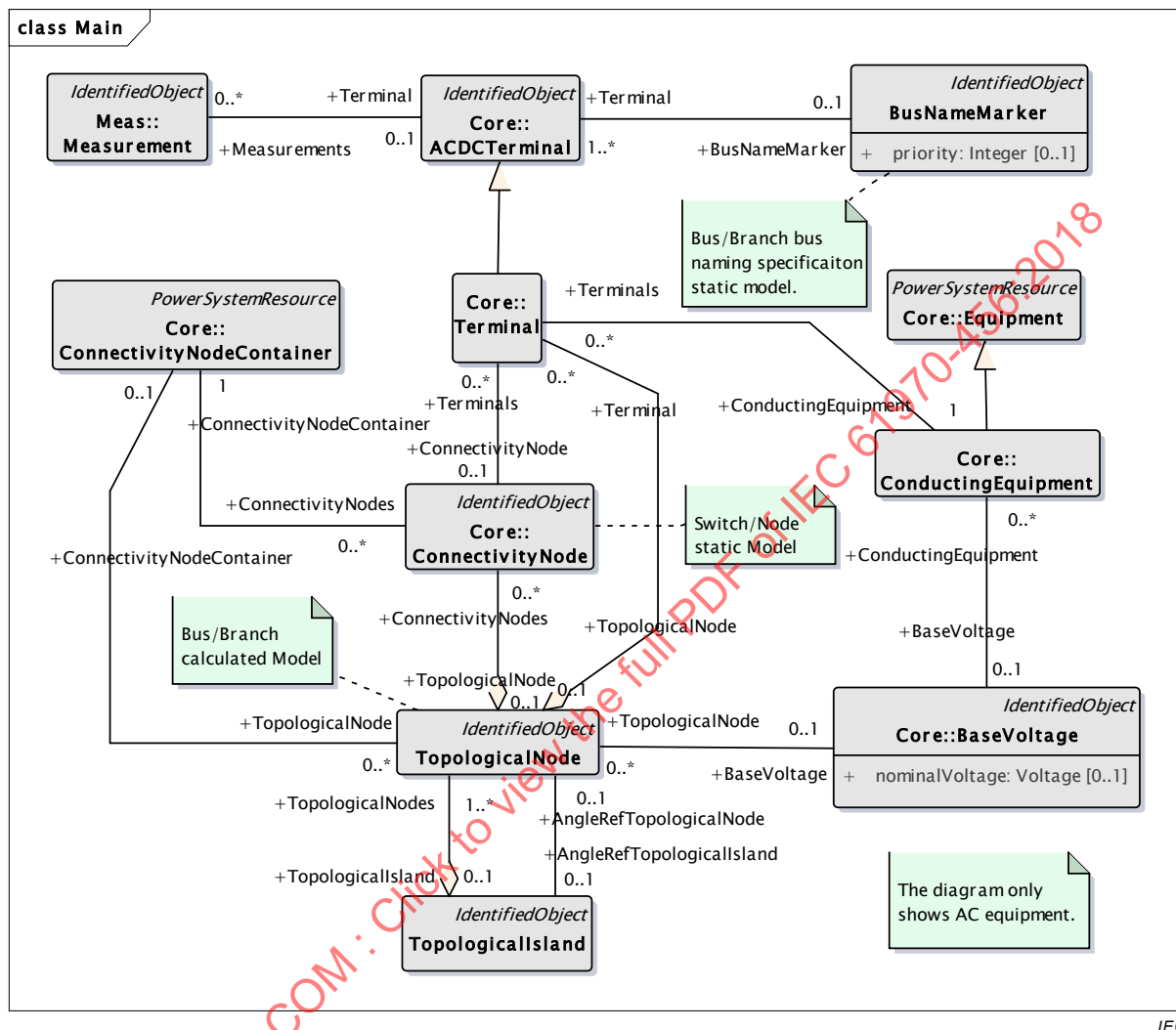
IEC

Anglais	Français
Bus split	Séparation de bus
Line transfer	Transfert de ligne
TN	TN
Line opening ACDCTerminal.connected=false	Ouverture de ligne ACDCTerminal.connected=false
TopologicalNode Needed for the SvVoltage and SvInjection	TopologicalNode Nécessaire pour SvVoltage et SvInjection

Figure 17 – Modélisation de topologie nodale du coupleur de bus et transfert de ligne

7.2 Interface de Topologie (TP)

Le CIM pour la topologie est représenté à la Figure 18. Pour le profil TP, voir l'Article 8.



Anglais	Français
Bus/Branch bus naming specification static model	Modèle statique de spécification de dénomination en topologie nodale
Switch/Node static model	Modèle statique Switch/Node
Bus/Branch calculated model	Modèle calculé en topologie nodale
The diagram only shows AC equipment	Le schéma ne présente que l'équipement en courant alternatif

Figure 18 – Modèle de topologie de CIM

La Figure 18 représente le CIM UML pour l'interface de Topologie.

Un exemple de dataset basé sur le modèle de la Figure 18 et le profil Topology correspondant sont présentés à la Figure 19.

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:cim="
http://iec.ch/TC57/2013/CIM-schema-cim16#">

  <cim:TopologicalNode rdf:ID="_fe3b0741-0393-4f3f-9863-7658d6e61a60">
    <cim:IdentifiedObject.name>BLO0400SUBNET_7048</cim:IdentifiedObject.name>
    <cim:TopologicalNode.BaseVoltage rdf:resource="#_f9872320-6d88-43d1..."/>
    <cim:TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer rdf:resource="#_8837228a..."/>
  </cim:TopologicalNode>

  <cim:TopologicalNode rdf:ID="_aled01d2-700c-4360-92cd-c4961eacd1eb">
    <cim:IdentifiedObject.name>BLO0220SUBNET_7067</cim:IdentifiedObject.name>
    <cim:TopologicalNode.BaseVoltage rdf:resource="#_f9872320-6d88-43d1..."/>
    <cim:TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer rdf:resource="#_8837228a..."/>
  </cim:TopologicalNode>

  <cim:TopologicalNode rdf:ID="_325a0d99-4e2c-4456-8ed5-3af7cad51df6">
    <cim:IdentifiedObject.name>BLO0220SUBNET_7082</cim:IdentifiedObject.name>
    <cim:TopologicalNode.BaseVoltage rdf:resource="#_8b09c1fa-447a-4a0b-baca..."/>
    <cim:TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer rdf:resource="#_f06f9c19-3123..."/>
  </cim:TopologicalNode>
  ...

  <cim:Terminal rdf:about="#_caec8e6b-6936-4926-89d5-76910fdae26b">
    <cim:Terminal.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98..."/>
  </cim:Terminal>

  <cim:Terminal rdf:about="#_da219c6a-d43b-4ac1-ab52-4212e9283c08">
    <cim:Terminal.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98..."/>
  </cim:Terminal>

  <cim:Terminal rdf:about="#_fe6773e3-14dc-4539-8899-2ceaed0ff46a">
    <cim:Terminal.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98..."/>
  </cim:Terminal>

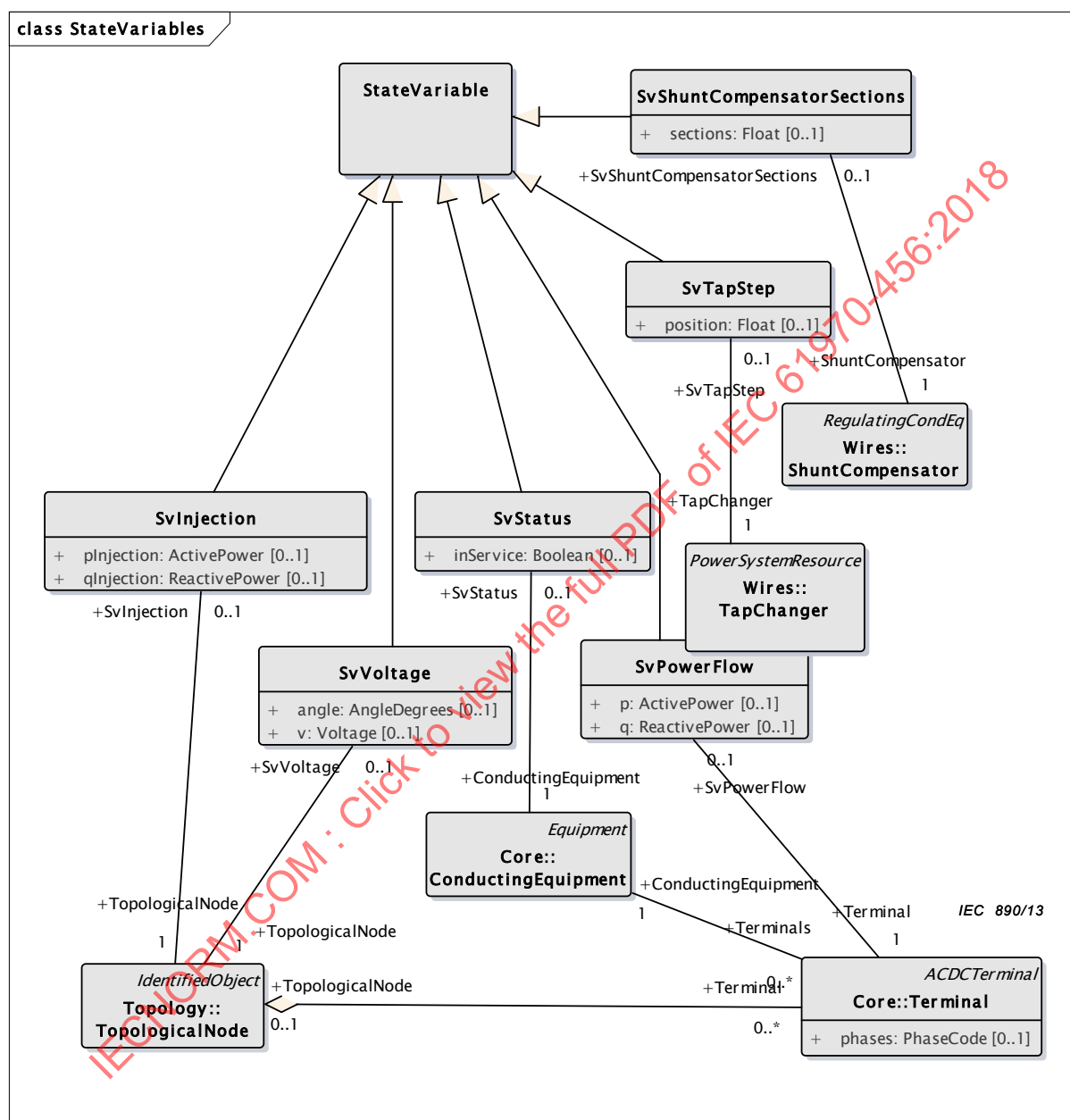
  <cim:Terminal rdf:about="#_b8bd4d23-c102-4d8e-8acc-1cd5b138119a">
    <cim:Terminal.TopologicalNode rdf:resource="#_aled01d2-700c-4360-92cd-c4961eacd1eb..."/>
  </cim:Terminal>
  ...
  <cim:ConnectivityNode rdf:about="#_e6250f56-230d-4be8-a0e7-b8a0d91679b1">
    <cim:ConnectivityNode.TopologicalNode rdf:resource="#_aled01d2-700c-4360-92cd-c4961eacd1eb..."/>
  </cim:ConnectivityNode>
  ...
</rdf:RDF>
```

IEC

Figure 19 – Interface de solution de topologie

7.3 Interface de variables d'état (SV)

Le CIM UML des variables d'état est représenté à la Figure 20. Pour le profil SV, voir l'Article 8.



IEC

Figure 20 – Modèle de solution de variable d'état de CIM

Les variables d'état sont identifiées par les objets auxquels elles appartiennent et leur durée de vie dépend de ces objets, à savoir les objets TopologicalNode, ConductingEquipment, Terminal, TapChanger, etc. Les mRIDs des variables d'état doivent être uniques dans un message seulement et leurs mRIDs ne peuvent pas être corrélés entre les messages.

La solution en régime établi est basée sur la classe StateVariable qui est spécialisée dans un ensemble de variables d'état comme représenté à la Figure 20. Noter que StateVariable

n'hérite pas d'IdentifiedObject, car elle est entièrement identifiée par l'objet auquel elle est fixée.

Un exemple de dataset CIM XML basé sur le modèle de la Figure 20 est représenté à la Figure 21.

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:cim="http://iec.ch/TC57/2013/CIM-schema-cim16#">

  <cim:TopologicalIsland rdf:ID="_20e3b9de-5d6e-4f36-9435-6fd02e234e67">
    <cim:IdentifiedObject.localName>_1001</cim:IdentifiedObject.localName>
    <cim:TopologicalIsland.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98...">
    <cim:TopologicalIsland.TopologicalNode rdf:resource="#_325a0d99-4e2c-4456-8e...">
    ...
    <cim:TopologicalIsland.AngleRefTopologicalNode rdf:resource="#_20e3b9de-5d6e...">
  </cim:TopologicalIsland>
  ...

  <cim:SvInjection rdf:ID="_e7a35941-f376-47c4-950e-41cf06e3b838">
    <cim:SvInjection.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98...">
    <cim:SvInjection.pInjection>123</cim:SvInjection.pInjection>
    <cim:SvInjection.qInjection>456</cim:SvInjection.qInjection>
  </cim:SvInjection>

  <cim:SvInjection rdf:ID="_85f1c150-7308-41b0-bb7e-25ed518cc67d">
    <cim:SvInjection.TopologicalNode rdf:resource="#_325a0d99-4e2c-4456-8e...">
    <cim:SvInjection.pInjection>123</cim:SvInjection.pInjection>
    <cim:SvInjection.pInjection>123</cim:SvInjection.pInjection>
    <cim:SvInjection.qInjection>456</cim:SvInjection.qInjection>
  </cim:SvInjection>
  ...

  <cim:SvVoltage rdf:ID="_e3a9aac0-2b0c-404b-929a-f30299fb2dc5">
    <cim:SvVoltage.TopologicalNode rdf:resource="#_325a0d99-4e2c-4456-8e...">
    <cim:SvVoltage.v>400</cim:SvVoltage.v>
    <cim:SvVoltage.angle>11.2</cim:SvVoltage.angle>
  </cim:SvVoltage>

  <cim:SvVoltage rdf:ID="_85f1c150-7308-41b0-bb7e-25ed518cc67d">
    <cim:SvVoltage.TopologicalNode rdf:resource="#_fe3b0741-0393-4f3f-98...">
    <cim:SvVoltage.v>400</cim:SvVoltage.v>
    <cim:SvVoltage.angle>10.3</cim:SvVoltage.angle>
  </cim:SvVoltage>
  ...

  <cim:SvPowerFlow rdf:ID="_85464e5f-2011-4d8c-89b1-0355de6eac53">
    <cim:SvPowerFlow.Terminal rdf:resource="#_caec8e6b-6936-4926-89d5_...">
    <cim:SvPowerFlow.p>123</cim:SvPowerFlow.p>
    <cim:SvPowerFlow.q>456</cim:SvPowerFlow.q>
  </cim:SvPowerFlow>
  ...
</rdf:RDF>
```

IEC

Figure 21 – Exemple d'interface de solution d'état

7.4 Interface d'hypothèse en régime établi (SSH)

Le profil SSH est un sous-ensemble des variables de contrôle situées dans les classes CIM de l'équipement. Comme le SSH n'a que des attributs et aucune relation, un schéma UML présente les classes avec quelques attributs. Aucun schéma UML présentant le profil SSH n'est donc inclus. Voir l'Article 8 pour le profil.

8 Profils

8.1 Commentaires et notes

Le format de données CIMXML décrit dans l'IEC 61970-552 utilise les attributs XML `rdf:ID` et `rdf:about` pour l'identification des objets. Généralement, pour les profils IEC 61970, l'attribut UML `identifiedObject.mRID` est mappé aux attributs XML `rdf:ID` et `rdf:about`, ainsi `identifiedObject.mRID` n'est pas nécessaire dans les échanges basés sur CIMXML. Cependant, `identifiedObject.mRID` est éventuellement inclus pour une meilleure compatibilité avec les datasets basés sur le Schéma XML qui s'appuient sur l'attribut `mRID` pour l'identification des objets.

Noter que `identifiedObject.mRID` est uniquement inclus dans les profils des classes pour lesquelles les objets sont créés avec une description complète. Il s'agit par exemple des objets `TopologicalIslands` qui sont créés lorsque la connectivité pour les `TopologicalNodes` est analysée dans un flux d'énergie.

Notes sur les profils

a) SSH EquivalentInjection

- 1) `EquivalentInjection.regulationStatus` et `EquivalentInjection.regulationTarget` sont des attributs exigés si `EquivalentInjection` est connecté à un nœud non situé à la frontière.

b) SSH Generating unit

- 1) L'écart de puissance active est spécifié en utilisant le facteur de participation d'un écart de générateur multiple en CIM. Dans le cas où `GeneratingUnit.normalPF` est réglé sur un et toutes les autres unités de production ont un facteur de participation nul, le `GeneratingUnit` dont `normalPF` est égal à un est l'écart de puissance active pour le `ControlArea` auquel il appartient. Dans le cas de plusieurs générateurs, tous ces `GeneratingUnits` ont un `normalPF` non nul, mais il doit y avoir une `GeneratingUnit` par zone de réglage ayant un facteur de participation maximum (`GeneratingUnit.normalPF`).
- 2) En cas d'échange d'hypothèse en régime établi (modèle non résolu) ou de modèle résolu, `normalPF` ne peut être non nul que pour les générateurs qui fonctionnent (participent au flux de charge).
- 3) En cas d'échange d'hypothèses en régime établi (modèle non résolu, c'est-à-dire le profil SV n'est pas échangé), il convient que les outils attribuent le nœud d'écart.

c) SSH RegulatingControl

- 1) Noter que `RegulatingControl.targetDeadband` est principalement utilisé si `RegulatoryControl.discrete` est défini sur "true" (vrai). Il convient que les outils traitent des cas dans lesquels `RegulatingControl.targetDeadband` a une valeur si `RegulatingControl.discrete` est défini sur "false" (faux) ou des cas dans lesquels `RegulatingControl.targetDeadband` est égal à zéro.
- 2) Noter que, par exemple, si le `targetValue` est de 100 kV et le `targetDeadband` est de 2 kV, la plage est comprise entre 99 kV et 101 kV.

d) SSH VsConverter

- 1) Noter que la convention de signe de charge est utilisée pour `ACDCCConverter.targetPpcc`, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud.

- 2) Noter que la convention de signe de charge est utilisée pour VsConverter.targetQpcc, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud.
- e) SSH ACDCCConverter
 - 1) Noter que la convention de signe de charge est utilisée pour ACDCCConverter.targetPpcc, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud.
- f) Simple_Float, tous les profils
 - 1) Le type de valeur est la virgule flottante à simple précision de l'IEEE 754.
- g) TP TopologicalNode
 - 1) ConnectivityNodeContainer est une classe abstraite. Elle est utilisée dans le TopologicalNode pour générer l'association TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer qui est un pointeur vers les sous-classes concrètes ConnectivityNodeContainer dans le profil Equipment.
 - 2) BaseVoltage est une classe abstraite. Elle est utilisée dans le TopologicalNode pour générer l'association TopologicalNode.BaseVoltage qui est un pointeur vers la classe concrète BaseVoltage dans le profil Equipment.
- h) IdentifiedObject, tous les profils
 - 1) IdentifiedObject.name comporte 32 caractères au maximum. Il doit être cohérent avec le nom de l'objet utilisé dans les entreprises, dans l'exploitation quotidienne (par exemple, dans les systèmes SCADA), dans les processus de planification ou dans les systèmes liés au patrimoine. Il convient par ailleurs qu'il permette l'intercommunication de TSO, en utilisant des noms généraux.
 - 2) IdentifiedObject.name est hérité par plusieurs classes et n'est pas nécessairement unique. Il convient que les développeurs de logiciels ne comptent pas sur cela pour identifier le mode du réseau électrique.
 - 3) IdentifiedObject.description comporte 256 caractères au maximum.
- i) SV SvPowerFlow
 - 1) Le flux d'énergie active dans le ConductingEquipment. Si l'état de Terminal.connected associé est "false", il convient que le flux spécifié dans le SvPowerFlow.p soit nul.
 - 2) Le flux d'énergie réactive dans le ConductingEquipment. Si l'état de Terminal.connected associé est "false", il convient que le flux spécifié dans le SvPowerFlow.q soit nul.
 - 3) La classe SvPowerFlow doit être instanciée pour les classes suivantes: sous-classes de RotatingMachine, sous-classes de EnergyConsumer, EquivalentInjection, ShuntCompensator, StaticVarCompensator et EnergySource.
- j) Conflits entre Equipment et SteadyStateHypothesis
 - 1) Des révisions de certains profils Equipment(par exemple, IEC 61970-452:2017) peuvent inclure des attributs qui sont également compris dans le profil SteadyStateHypothesis. Lors de l'utilisation d'un profil Equipment qui contient cette duplication, les attributs dupliqués dans le profil SteadyStateHypothesis doivent être considérés comme facultatifs. Si les attributs dupliqués sont inclus dans une instance de SteadyStateHypothesis, les valeurs dans le SteadyStateHypothesis doivent alors remplacer les valeurs correspondantes dans le profil Equipment.

Les Paragraphes 8.2, 8.3 et 8.4 décrivent sous forme de tableaux le modèle d'information de profil. Tous les tableaux ont la même structure telle que présentée ci-dessous.

Nom d'attribut ou de rôle	Cardinalité	Type de données	Description
---------------------------	-------------	-----------------	-------------

8.2 Profil SteadyStateHypothesis (Hypothèse en régime établi)

8.2.1 Généralités

Un dataset d'Hypothèse en régime établi contient tous les objets exigés pour l'échange des paramètres d'entrée afin de pouvoir effectuer des simulations de flux de charge. Il convient que tous les objets d'un fichier d'instance d'Hypothèse en régime établi possèdent des mRID stables du fait de la nature du profil SSH.

URI du profil: <http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/SteadyStateHypothesis/1#>

8.2.2 Classes concrètes

8.2.2.1 ACDCCConverterDCTerminal

Paquetage: Courant continu

Point de connexion électrique en courant continu au convertisseur courant alternatif/courant continu. Ce convertisseur courant alternatif/courant continu est aussi connecté électriquement au côté courant alternatif. La connexion en courant alternatif est héritée des équipements conducteurs à courant alternatif comme tout autre équipement à courant alternatif. La borne à courant continu du convertisseur courant alternatif/courant continu est isolée de la borne générique à courant continu afin de limiter la connexion avec le côté courant alternatif au convertisseur courant alternatif/courant continu et de sorte qu'aucun autre équipement conducteur à courant continu ne puisse être raccordé au côté courant alternatif.

Membres hérités

connected	1..1	boolean	voir ACDCTerminal
-----------	------	---------	-------------------

8.2.2.2 ActivePowerLimit

Paquetage: OperationalLimits

Limite du flux d'énergie active.

Membres natifs

value	1..1	ActivePower	Valeur de la limite de puissance active.
-------	------	-------------	--

8.2.2.3 ApparentPowerLimit

Paquetage: OperationalLimits

Limite de puissance apparente

Membres natifs

value	1..1	ApparentPower	Limite de puissance apparente.
-------	------	---------------	--------------------------------

8.2.2.4 AsynchronousMachine

Paquetage: Wires

Machine tournante dont l'arbre tourne de façon asynchrone avec le champ électrique. Également connue comme machine à induction sans aucune connexion externe aux enroulements du rotor, par exemple la machine à induction à cage d'écureuil.

Membres natifs

asynchronousMachineType	1..1	AsynchronousMachineKind	Indique le type de machine asynchrone
-------------------------	------	-------------------------	---------------------------------------

Membres hérités

p	1..1	ActivePower	voir RotatingMachine
q	1..1	ReactivePower	voir RotatingMachine
controlEnabled	1..1	boolean	voir RegulatingCondEq

8.2.2.5 Breaker

Paquetage: Wires

Appareil de coupure capable d'établir, de transporter et de couper des courants dans des conditions de circuit normales, et également d'établir et de transporter des courants, pendant une durée spécifiée, et de couper des courants dans des conditions de circuit anormales précises, par exemple, celles de court-circuit.

Membres hérités

open	1..1	boolean	voir Switch
------	------	---------	-------------

8.2.2.6 ConformLoad

Paquetage: LoadModel

ConformLoad représente les charges qui suivent un modèle journalier de variation de charge dans lequel le modèle peut être utilisé pour étalonner la charge avec une charge du système.

Membres hérités

p	1..1	ActivePower	voir EnergyConsumer
q	1..1	ReactivePower	voir EnergyConsumer

8.2.2.7 ControlArea

Paquetage: ControlArea

Une zone de réglage est un groupement d'unités de production et/ou de charges et un ensemble de points de coupures de lignes d'interconnexion (des bornes par exemple), qui peut être utilisée à diverses fins incluant la régulation automatique de la production, la spécification d'une solution d'écoulement de flux d'énergie pour une zone d'interconnexion et une donnée d'entrée pour la prévision de la charge. Noter qu'un nombre quelconque de

spécifications de zones de réglage qui se chevauchent peut être superposé au modèle physique.

Membres natifs

netInterchange	1..1	ActivePower	L'échange net positif spécifié dans la zone de réglage, c'est-à-dire le flux positif signifie flux entrant dans la zone.
pTolerance	0..1	ActivePower	Tolérance d'échange nette de la puissance active

8.2.2.8 CsConverter

Paquetage: Courant continu

Côté courant continu du convertisseur de source de courant (CSC).

Membres natifs

operatingMode	1..1	CsOperatingModeKind	Indique si le pôle à courant continu fonctionne comme un onduleur ou un redresseur. Variable de contrôle du CSC utilisée.
pPccControl	1..1	CsPpccControlKind	Type de contrôle de puissance active.
targetAlpha	1..1	AngleDegrees	Angle d'amorçage cible. Variable de contrôle du CSC utilisée dans le calcul de répartition.
targetGamma	1..1	AngleDegrees	Angle d'extinction cible. Variable de contrôle du CSC utilisée dans le calcul de répartition.
targetIdc	1..1	CurrentFlow	Valeur cible de courant continu. Variable de contrôle du CSC utilisée dans le calcul de répartition.

Membres hérités

p	1..1	ActivePower	voir ACDCCConverter
q	1..1	ReactivePower	voir ACDCCConverter
targetPpcc	1..1	ActivePower	voir ACDCCConverter
targetUdc	1..1	Voltage	voir ACDCCConverter

8.2.2.9 CurrentLimit

Paquetage: OperationalLimits

Limite opérationnelle du courant.

Membres natifs

value	1..1	CurrentFlow	Limite de l'intensité de courant.
-------	------	-------------	-----------------------------------

8.2.2.10 DCTerminal

Paquetage: Courant continu

Point de connexion électrique à un équipement conducteur générique à courant continu.

Membres hérités

connected	1..1	boolean	voir ACDCTerminal
-----------	------	---------	-------------------

8.2.2.11 Disconnecter

Paquetage: Wires

Appareil de coupure manuel ou motorisé utilisé pour modifier les connexions dans un circuit ou pour isoler un circuit ou un équipement d'une source d'énergie. Il est exigé pour l'ouverture ou la fermeture les circuits lorsqu'un courant négligeable est interrompu ou établi.

Membres hérités

open	1..1	boolean	voir Switch
------	------	---------	-------------

8.2.2.12 EnergyConsumer

Paquetage: Wires

Utilisateur générique d'énergie – point de consommation du modèle du réseau électrique.

Membres natifs

p	1..1	ActivePower	Puissance active de la charge. La convention de signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud. Pour les charges dépendant de la tension, la valeur est à la tension assignée. Valeur initiale pour une solution en régime établi.
q	1..1	ReactivePower	Puissance réactive de la charge. La convention de signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud. Pour les charges dépendant de la tension, la valeur est à la tension assignée. Valeur initiale pour une solution en régime établi.

8.2.2.13 EnergySource

Paquetage: Production

Équivalent générique d'un fournisseur d'énergie à un niveau de tension de transmission ou de distribution.

Membres natifs

activePower	1..1	ActivePower	Injection active de la source à haute tension. La convention de signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.
reactivePower	1..1	ReactivePower	Injection réactive de la source à haute tension. La convention de signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.

8.2.2.14 EquivalentInjection

Paquetage: Equivalents

Cette classe représente des injections équivalentes (production ou charge). La régulation de tension n'est admise qu'au point de connexion.

Membres natifs

p	1..1	ActivePower	Injection de puissance active équivalente. La convention de signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.
q	1..1	ReactivePower	Injection de puissance réactive équivalente. La convention de signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.
regulationStatus	0..1	boolean	Spécifie l'état de régulation par défaut de EquivalentInjection. True (vrai) implique une régulation. False (faux) implique une non-régulation.
regulationTarget	0..1	Voltage	La tension cible pour la régulation de tension.

8.2.2.15 ExternalNetworkInjection

Paquetage: Wires

Cette classe représente le réseau externe et s'utilise pour les calculs de l'IEC 60909.

Membres natifs

p	1..1	ActivePower	Injection de puissance active. La convention de signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.
q	1..1	ReactivePower	Injection de puissance réactive. La convention de signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux provenant d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.
referencePriority	1..1	integer	Priorité d'unité pour l'utilisation comme sélection de bus de référence d'angle de phase de tension de flux d'énergie. 0 = sans importance (par défaut) 1 = priorité la plus élevée. 2 est inférieur à 1 et ainsi de suite.

Membres hérités

controlEnabled	1..1	boolean	voir RegulatingCondEq
----------------	------	---------	-----------------------

8.2.2.16 GeneratingUnit

Paquetage: Generation

Machine synchrone unique ou ensemble de machines synchrones pour la conversion de la puissance mécanique en puissance à courant alternatif. Par exemple, des machines individuelles dans un ensemble peuvent être définies dans un but de programmation tandis qu'un seul signal de commande est mesuré pour l'ensemble. Dans ce cas, un GeneratingUnit pour chaque membre de l'ensemble et un GeneratingUnit supplémentaire correspondant à l'ensemble peuvent être définis.

Membres natifs

normalPF	1..1	Simple_Float	Facteur de participation économique de l'unité de production.
----------	------	--------------	---

8.2.2.17 GroundDisconnector

Paquetage: Wires

Appareil de coupure manuel ou motorisé utilisé pour isoler un circuit ou un équipement de la terre.

Membres hérités

open	1..1	boolean	voir Switch
------	------	---------	-------------

8.2.2.18 HydroGeneratingUnit

Paquetage: Generation

Unité de production dont la machine motrice est une turbine hydraulique (par exemple, Francis, Pelton, Kaplan).

Membres hérités

normalPF	1..1	Simple_Float	voir GeneratingUnit
----------	------	--------------	---------------------

8.2.2.19 LinearShuntCompensator

Paquetage: Wires

Un compensateur shunt linéaire possède des gradins de capacités ou des sections ayant des valeurs d'admittance identiques.

Membres hérités

sections	1..1	Simple_Float	voir ShuntCompensator
controlEnabled	1..1	boolean	voir RegulatingCondEq

8.2.2.20 LoadBreakSwitch

Paquetage: Wires

Appareil de coupure capable d'établir, de transporter et de couper des courants dans des conditions normales de fonctionnement.

Membres hérités

open	1..1	boolean	voir Switch
------	------	---------	-------------

8.2.2.21 NonConformLoad

Paquetage: LoadModel

NonConformLoad représente des charges qui ne suivent pas un modèle journalier de variation de charge et les variations ne sont pas corrélées au modèle journalier de variation de charge.

Membres hérités

p	1..1	ActivePower	voir EnergyConsumer
q	1..1	ActivePower	voir EnergyConsumer

8.2.2.22 NonlinearShuntCompensator

Paquetage: Wires

Un compensateur shunt non linéaire possède des gradins de capacités ou des sections ayant des valeurs d'admittance différentes.

Membres hérités

sections	1..1	Simple_Float	voir ShuntCompensator
controlEnabled	1..1	boolean	voir RegulatingCondEq

8.2.2.23 NuclearGeneratingUnit

Paquetage: Generation

Centrale nucléaire.

Membres hérités

normalPF	1..1	Simple_Float	voir GeneratingUnit
----------	------	--------------	---------------------

8.2.2.24 PhaseTapChangerAsymmetrical

Paquetage: Wires

Décrit le modèle de prise pour un transformateur déphaseur asymétrique dans lequel le vecteur de tension différentielle s'ajoute à la tension du côté primaire. L'angle entre la tension du côté primaire et la tension différentielle est désigné angle de connexion de l'enroulement.

Le déphasage dépend de l'amplitude de la tension différentielle ainsi que de l'angle de connexion de l'enroulement.

Membres hérités

controlEnabled	1..1	boolean	voir TapChanger
step	1..1	float	voir TapChanger

8.2.2.25 PhaseTapChangerLinear

Paquetage: Wires

Décrit un changeur de prise avec une relation linéaire entre l'échelon de prise et la différence d'angle de phase aux bornes du transformateur. Il s'agit d'un modèle mathématique qui est une approximation d'un changeur de prise de phase réel.

L'angle de phase est calculé par `stepPhaseShiftIncrement` multiplié par la position de prise.

L'amplitude de la tension du côté secondaire est identique à celle du côté primaire.

Membres hérités

controlEnabled	1..1	boolean	voir TapChanger
step	1..1	float	voir TapChanger

8.2.2.26 PhaseTapChangerSymmetrical

Paquetage: Wires

Décrit un modèle de prise de transformateur déphaseur symétrique dans lequel l'amplitude de la tension du côté secondaire est la même que celle du côté primaire. L'amplitude de la tension différentielle constitue la base d'un triangle équilatéral dont les côtés correspondent aux valeurs des tensions du côté primaire et du côté secondaire. La différence d'angle de phase correspond à l'angle opposé à la base et peut être exprimée comme deux fois l'arc-tangente de la moitié de la tension différentielle totale.

Membres hérités

controlEnabled	1..1	boolean	voir TapChanger
step	1..1	float	voir TapChanger

8.2.2.27 PhaseTapChangerTabular

Paquetage: Wires

Une forme tabulaire du changeur de prise de phase.

Membres hérités

controlEnabled	1..1	boolean	voir TapChanger
step	1..1	float	voir TapChanger