

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 61970-456:2021



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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 corrigendum or an amendment might have been published.

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

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 une fois par mois par email.

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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

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 978-2-8322-1046-1

**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.....	10
INTRODUCTION.....	12
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	13
4 Profile specification	15
4.1 General.....	15
4.1.1 General	15
4.1.2 Steady state hypothesis profile	15
4.1.3 Topology profile.....	16
4.1.4 State variables profile.....	16
4.2 Requirements and constraints.....	16
5 Overview	21
5.1 General.....	21
5.2 Modelling authorities.....	22
5.3 Profile relationships	24
5.4 Connectivity model.....	25
6 Use cases	26
6.1 Overview.....	26
6.2 EMS network analysis integration	28
6.3 Power flow based network analysis.....	28
6.4 Model partitioning and boundary modelling	29
6.4.1 General	29
6.4.2 Network model boundaries	30
6.4.3 Network parts and model merge	31
6.4.4 Partitioning of a merged model	33
7 Data model with CIMXML examples.....	34
7.1 Topology processing.....	34
7.1.1 Overview.....	34
7.1.2 Bus-branch and node-breaker models	34
8 Detailed Profile specification	36
8.1 General.....	36
8.2 Package SteadyStateHypothesisProfile.....	36
8.2.1 General	36
8.2.2 (abstract) ACDCCConverter	41
8.2.3 (Description) ACDCCConverterDCTerminal.....	41
8.2.4 (abstract) ACDCTerminal.....	42
8.2.5 (Description) ActivePowerLimit	42
8.2.6 (Description) ApparentPowerLimit.....	42
8.2.7 (Description) AsynchronousMachine	43
8.2.8 (Description) BatteryUnit.....	43
8.2.9 (Description) Breaker.....	43
8.2.10 (abstract) ConductingEquipment.....	44
8.2.11 (Description) ConformLoad	44
8.2.12 (Description) ControlArea	44
8.2.13 (Description) CsConverter	45

8.2.14	(Description) CurrentLimit.....	46
8.2.15	(abstract) DCBaseTerminal.....	47
8.2.16	(Description) DCTerminal.....	47
8.2.17	(Description) Disconnecter.....	47
8.2.18	(Description) DisconnectingCircuitBreaker.....	48
8.2.19	(abstract) EnergyConnection.....	48
8.2.20	(Description) EnergyConsumer.....	48
8.2.21	(Description) EnergySource.....	49
8.2.22	Equipment.....	50
8.2.23	(abstract) EquivalentEquipment.....	50
8.2.24	(Description) EquivalentInjection.....	50
8.2.25	(Description) ExternalNetworkInjection.....	51
8.2.26	(Description) Fuse.....	51
8.2.27	(Description) GeneratingUnit.....	52
8.2.28	(Description) GroundDisconnecter.....	52
8.2.29	(Description) HydroGeneratingUnit.....	53
8.2.30	(abstract) IdentifiedObject root class.....	53
8.2.31	(Description) Jumper.....	53
8.2.32	(Description) LinearShuntCompensator.....	54
8.2.33	(Description) LoadBreakSwitch.....	54
8.2.34	(Description) NonConformLoad.....	54
8.2.35	(Description) NonlinearShuntCompensator.....	55
8.2.36	(Description) NuclearGeneratingUnit.....	55
8.2.37	(abstract) OperationalLimit.....	55
8.2.38	(abstract) PhaseTapChanger.....	56
8.2.39	(Description) PhaseTapChangerAsymmetrical.....	56
8.2.40	(Description) PhaseTapChangerLinear.....	57
8.2.41	(abstract) PhaseTapChangerNonLinear.....	57
8.2.42	(Description) PhaseTapChangerSymmetrical.....	57
8.2.43	(Description) PhaseTapChangerTabular.....	58
8.2.44	(Description) PowerElectronicsConnection.....	58
8.2.45	(abstract) PowerElectronicsUnit.....	59
8.2.46	(abstract) PowerSystemResource.....	59
8.2.47	(abstract) ProtectedSwitch.....	59
8.2.48	(Description) RatioTapChanger.....	60
8.2.49	(abstract,Description) RegulatingCondEq.....	60
8.2.50	(Description) RegulatingControl.....	60
8.2.51	(abstract) RotatingMachine.....	61
8.2.52	(abstract) ShuntCompensator.....	62
8.2.53	(Description) SolarGeneratingUnit.....	63
8.2.54	(Description) StaticVarCompensator.....	63
8.2.55	(Description) StationSupply.....	63
8.2.56	(Description) Switch.....	64
8.2.57	(Description) SynchronousMachine.....	64
8.2.58	(abstract) TapChanger.....	65
8.2.59	(Description) TapChangerControl.....	65
8.2.60	(Description) Terminal.....	66
8.2.61	(Description) ThermalGeneratingUnit.....	66
8.2.62	(Description) VoltageLimit.....	66

8.2.63	(Description) VsConverter.....	67
8.2.64	(Description) WindGeneratingUnit.....	68
8.2.65	AsynchronousMachineKind enumeration.....	68
8.2.66	BatteryStateKind enumeration.....	68
8.2.67	CsOperatingModeKind enumeration.....	68
8.2.68	CsPccControlKind enumeration.....	69
8.2.69	SynchronousMachineOperatingMode enumeration.....	69
8.2.70	UnitMultiplier enumeration.....	69
8.2.71	UnitSymbol enumeration.....	70
8.2.72	VsPccControlKind enumeration.....	76
8.2.73	VsQpccControlKind enumeration.....	76
8.2.74	ActivePower datatype.....	77
8.2.75	AngleDegrees datatype.....	77
8.2.76	AngleRadians datatype.....	77
8.2.77	ApparentPower datatype.....	78
8.2.78	CurrentFlow datatype.....	78
8.2.79	PerCent datatype.....	78
8.2.80	PU datatype.....	79
8.2.81	ReactivePower datatype.....	79
8.2.82	RealEnergy datatype.....	79
8.2.83	Resistance datatype.....	79
8.2.84	Voltage datatype.....	80
8.2.85	Boolean primitive.....	80
8.2.86	Date primitive.....	80
8.2.87	Float primitive.....	80
8.2.88	Integer primitive.....	80
8.2.89	String primitive.....	80
8.3	Package TopologyProfile.....	80
8.3.1	General.....	80
8.3.2	(Description) ACDCCConverterDCTerminal.....	82
8.3.3	(abstract) ACDCTerminal.....	82
8.3.4	(abstract) BaseVoltage root class.....	82
8.3.5	(Description) ConnectivityNode root class.....	82
8.3.6	(abstract) ConnectivityNodeContainer root class.....	83
8.3.7	(abstract) DCBaseTerminal.....	83
8.3.8	(abstract) DCEquipmentContainer root class.....	83
8.3.9	(Description) DCNode.....	83
8.3.10	(Description) DCTerminal.....	84
8.3.11	DCTopologicalNode.....	84
8.3.12	(abstract) IdentifiedObject root class.....	85
8.3.13	(Description) Terminal.....	85
8.3.14	TopologicalNode.....	86
8.3.15	Date primitive.....	87
8.3.16	(abstract) ReportingGroup.....	87
8.3.17	String primitive.....	87
8.4	Package StateVariablesProfile.....	87
8.4.1	General.....	87
8.4.2	(abstract) ACDCCConverter.....	90
8.4.3	(abstract) ACDCTerminal.....	90

8.4.4	(Description) CsConverter	90
8.4.5	(abstract) ConductingEquipment root class	91
8.4.6	DCTopologicalIsland	91
8.4.7	(abstract) DCTopologicalNode	92
8.4.8	(abstract) IdentifiedObject root class	92
8.4.9	(abstract) ShuntCompensator root class	93
8.4.10	SvInjection root class	93
8.4.11	SvPowerFlow root class	93
8.4.12	SvShuntCompensatorSections root class	94
8.4.13	SvStatus root class	94
8.4.14	SvSwitch root class	95
8.4.15	SvTapStep root class	95
8.4.16	SvVoltage root class	96
8.4.17	(abstract) Switch	96
8.4.18	(abstract) TapChanger root class	96
8.4.19	(abstract) Terminal	97
8.4.20	TopologicalIsland	97
8.4.21	(abstract) TopologicalNode root class	98
8.4.22	(Description) VsConverter	98
8.4.23	UnitMultiplier enumeration	98
8.4.24	UnitSymbol enumeration	99
8.4.25	ActivePower datatype	105
8.4.26	AngleDegrees datatype	105
8.4.27	CurrentFlow datatype	105
8.4.28	ReactivePower datatype	105
8.4.29	Voltage datatype	106
8.4.30	Boolean primitive	106
8.4.31	Date primitive	106
8.4.32	Float primitive	106
8.4.33	String primitive	106
Bibliography		107
Figure 1 – Relations between MAS, profile and dataset		23
Figure 2 – Profile relationships		24
Figure 3 – Connectivity and solution model		25
Figure 4 – The European power system with regions		27
Figure 5 – Information exchange in power flow and sharing of results		27
Figure 6 – EMS datasets to an external client		28
Figure 7 – Node-breaker power flow integration architecture		29
Figure 8 – Bus-branch power flow integration architecture		29
Figure 9 – Line boundary dataset example		30
Figure 10 – Substation boundary dataset example		30
Figure 11 – Merged model		31
Figure 12 – Alternate boundary modelling		32
Figure 13 – Merged model alternatives		32
Figure 14 – Partitioning of a merged model		33
Figure 15 – Relation between ConnectivityNode and TopologicalNode		35

Figure 16 – Bus-branch modelling of bus coupler and line transfer	36
Figure 17 – Class diagram SteadyStateHypothesisProfile::SteadyStateHypothesisProfile	37
Figure 18 – Class diagram SteadyStateHypothesisProfile::Core	38
Figure 19 – Class diagram SteadyStateHypothesisProfile::DC	39
Figure 20 – Class diagram SteadyStateHypothesisProfile::OperationalLimits	39
Figure 21 – Class diagram SteadyStateHypothesisProfile::Datatypes	40
Figure 22 – Class diagram TopologyProfile::TopologyProfile	81
Figure 23 – Class diagram TopologyProfile::Datatypes	81
Figure 24 – Class diagram StateVariablesProfile::StateVariablesProfile	88
Figure 25 – Class diagram StateVariablesProfile::Datatypes	89
Table 1 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ACDCConverter	41
Table 2 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ACDCConverterDCTerminal	42
Table 3 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ACDCTerminal	42
Table 4 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ActivePowerLimit	42
Table 5 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ApparentPowerLimit	43
Table 6 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::AsynchronousMachine	43
Table 7 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::BatteryUnit	43
Table 8 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Breaker	44
Table 9 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ConductingEquipment	44
Table 10 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ConformLoad	44
Table 11 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ControlArea	45
Table 12 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::CsConverter	46
Table 13 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::CurrentLimit	46
Table 14 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::DCBaseTerminal	47
Table 15 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::DCTerminal	47
Table 16 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Disconnecter	47
Table 17 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::DisconnectingCircuitBreaker	48
Table 18 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::EnergyConnection	48
Table 19 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::EnergyConsumer	49
Table 20 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::EnergySource	49
Table 21 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Equipment	50
Table 22 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::EquivalentEquipment	50
Table 23 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::EquivalentInjection	51
Table 24 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ExternalNetworkInjection	51
Table 25 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Fuse	52
Table 26 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::GeneratingUnit	52
Table 27 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::GroundDisconnecter	52
Table 28 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::HydroGeneratingUnit	53
Table 29 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::IdentifiedObject	53
Table 30 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Jumper	53
Table 31 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::LinearShuntCompensator	54

Table 32 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::LoadBreakSwitch	54
Table 33 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::NonConformLoad	55
Table 34 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::NonlinearShuntCompensator	55
Table 35 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::NuclearGeneratingUnit	55
Table 36 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::OperationalLimit	56
Table 37 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChanger	56
Table 38 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerAsymmetrical	56
Table 39 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerLinear	57
Table 40 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerNonLinear	57
Table 41 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerSymmetrical	58
Table 42 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerTabular	58
Table 43 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PowerElectronicsConnection	58
Table 44 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PowerElectronicsUnit	59
Table 45 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PowerSystemResource	59
Table 46 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ProtectedSwitch	59
Table 47 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::RatioTapChanger	60
Table 48 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::RegulatingCondEq	60
Table 49 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::RegulatingControl	61
Table 50 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::RotatingMachine	62
Table 51 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ShuntCompensator	62
Table 52 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::SolarGeneratingUnit	63
Table 53 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::StaticVarCompensator	63
Table 54 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::StationSupply	64
Table 55 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Switch	64
Table 56 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::SynchronousMachine	65
Table 57 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::TapChanger	65
Table 58 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::TapChangerControl	66
Table 59 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Terminal	66
Table 60 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ThermalGeneratingUnit	66
Table 61 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::VoltageLimit	67
Table 62 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::VsConverter	67
Table 63 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::WindGeneratingUnit	68
Table 64 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::AsynchronousMachineKind	68
Table 65 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::BatteryStateKind	68
Table 66 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::CsOperatingModeKind	69
Table 67 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::CsPpccControlKind	69
Table 68 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::SynchronousMachineOperatingMode	69
Table 69 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::UnitMultiplier	70
Table 70 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::UnitSymbol	71
Table 71 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::VsPpccControlKind	76
Table 72 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::VsQpccControlKind	77
Table 73 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ActivePower	77

Table 74 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::AngleDegrees	77
Table 75 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::AngleRadians	78
Table 76 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ApparentPower	78
Table 77 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::CurrentFlow	78
Table 78 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PerCent	78
Table 79 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PU	79
Table 80 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ReactivePower	79
Table 81 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::RealEnergy	79
Table 82 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Resistance	80
Table 83 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Voltage	80
Table 84 – Attributes of TopologyProfile::ACDCConverterDCTerminal	82
Table 85 – Association ends of TopologyProfile::ACDCConverterDCTerminal with other classes	82
Table 86 – Attributes of TopologyProfile::ACDCTerminal	82
Table 87 – Association ends of TopologyProfile::ConnectivityNode with other classes	83
Table 88 – Attributes of TopologyProfile::DCBaseTerminal	83
Table 89 – Association ends of TopologyProfile::DCBaseTerminal with other classes	83
Table 90 – Attributes of TopologyProfile::DCNode	84
Table 91 – Association ends of TopologyProfile::DCNode with other classes	84
Table 92 – Attributes of TopologyProfile::DCTerminal	84
Table 93 – Association ends of TopologyProfile::DCTerminal with other classes	84
Table 94 – Attributes of TopologyProfile::DCTopologicalNode	85
Table 95 – Association ends of TopologyProfile::DCTopologicalNode with other classes	85
Table 96 – Attributes of TopologyProfile::IdentifiedObject	85
Table 97 – Attributes of TopologyProfile::Terminal	86
Table 98 – Association ends of TopologyProfile::Terminal with other classes	86
Table 99 – Attributes of TopologyProfile::TopologicalNode	86
Table 100 – Association ends of TopologyProfile::TopologicalNode with other classes	87
Table 101 – Attributes of TopologyProfile::ReportingGroup	87
Table 102 – Attributes of StateVariablesProfile::ACDCConverter	90
Table 103 – Attributes of StateVariablesProfile::ACDCTerminal	90
Table 104 – Attributes of StateVariablesProfile::CsConverter	91
Table 105 – Attributes of StateVariablesProfile::DCTopologicalIsland	92
Table 106 – Association ends of StateVariablesProfile::DCTopologicalIsland with other classes	92
Table 107 – Attributes of StateVariablesProfile::DCTopologicalNode	92
Table 108 – Attributes of StateVariablesProfile::IdentifiedObject	93
Table 109 – Attributes of StateVariablesProfile::SvInjection	93
Table 110 – Association ends of StateVariablesProfile::SvInjection with other classes	93
Table 111 – Attributes of StateVariablesProfile::SvPowerFlow	94
Table 112 – Association ends of StateVariablesProfile::SvPowerFlow with other classes	94
Table 113 – Attributes of StateVariablesProfile::SvShuntCompensatorSections	94

Table 114 – Association ends of StateVariablesProfile::SvShuntCompensatorSections with other classes	94
Table 115 – Attributes of StateVariablesProfile::SvStatus	95
Table 116 – Association ends of StateVariablesProfile::SvStatus with other classes	95
Table 117 – Attributes of StateVariablesProfile::SvSwitch	95
Table 118 – Association ends of StateVariablesProfile::SvSwitch with other classes	95
Table 119 – Attributes of StateVariablesProfile::SvTapStep	96
Table 120 – Association ends of StateVariablesProfile::SvTapStep with other classes	96
Table 121 – Attributes of StateVariablesProfile::SvVoltage	96
Table 122 – Association ends of StateVariablesProfile::SvVoltage with other classes	96
Table 123 – Attributes of StateVariablesProfile::Terminal	97
Table 124 – Attributes of StateVariablesProfile::TopologicalIsland	97
Table 125 – Association ends of StateVariablesProfile::TopologicalIsland with other classes	97
Table 126 – Attributes of StateVariablesProfile::VsConverter	98
Table 127 – Literals of StateVariablesProfile::UnitMultiplier	99
Table 128 – Literals of StateVariablesProfile::UnitSymbol	100
Table 129 – Attributes of StateVariablesProfile::ActivePower	105
Table 130 – Attributes of StateVariablesProfile::AngleDegrees	105
Table 131 – Attributes of StateVariablesProfile::CurrentFlow	105
Table 132 – Attributes of StateVariablesProfile::ReactivePower	106
Table 133 – Attributes of StateVariablesProfile::Voltage	106

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.

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

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2018. This edition constitutes a technical revision. It is based on the IEC 61970 UML version 'IEC61970CIM17v40', dated 2020-08-24.

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

- a) Updated to support CIM17 (IEC 61970-301:2020+AMD1) and align with IEC 61970-452:ED4.
- b) The classes PowerElectronicsConnection, PowerElectronicsUnit and PowerElectronicsWindUnit are added to the Steady State Hypothesis (SSH) profile to match the changes done for Edition 4 of IEC 61970-452, Core Equipment profile.
- c) Added relevant terms used in this document.

d) Clarified use of Equipment.inService and Equipment.normallyInService.

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

Draft	Report on voting
57/2406/FDIS	57/2440/RVD

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

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

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

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 webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

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

INTRODUCTION

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. The examples in this document are based on the exchanged data formatted specified in IEC 61970-552 CIM XML model exchange standard.

This document specifies three profiles:

- The Steady State Hypothesis (SSH) profile that describes power flow application input variables such as voltage set points, switch statuses etc.
- The topology profile (TP) that describes a bus-branch model. A topology model may be created by a network model builder from a node-breaker model with SSH as inputs using topology processing or by a tool where a user interactively builds a topology model. Therefore, a topology model is defined as an output.
- State variables profile (SV) that describes the solution of a power system case such as is produced by power flow or state estimation applications.

This document describes the inputs and solutions (outputs) 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, defines at an abstract level the content and exchange mechanisms used for data transmitted between power system analyses applications, control centres and/or control centre 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 document.

This document is intended for two distinct audiences, data producers and data recipients, and can be read from those two perspectives. From the standpoint of model export software used by a data producer, the document defines 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 defines 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, the profiles defined in 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 61970-301:2020, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common information model (CIM) base*
IEC 61970-301:2020/AMD1:—¹

IEC 61970-452:2021, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 452: CIM static transmission network model profiles*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/RPVC 61970-301/AMD1:2021

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>

3.1

assembled model

model of a Model Authority Set with internal references resolved

3.2

boundary set

set containing all boundary points necessary for a merge model

3.3

CIM XML document/distribution

instance file which is serialised according to IEC 61970-552

3.4

distribution

specific representation of a dataset

Note 1 to entry: A dataset might be available in multiple serializations that may differ in various ways, including natural language, media-type or format, schematic organization, temporal and spatial resolution. The level of detail in the distribution is defined by one or more profiles to which the dataset conforms.

3.5

external references resolved

state in which no dangling references are present across the models of Model Authority Sets

3.6

header references resolved

state in which the references defined in model header are resolved

3.7

internal references resolved

state in which no dangling references are present within the model of a Model Authority Set

3.8

merged model

model that is a union of different assembled models with external and header references resolved

3.9

profile

data model to describe instance file for exchange of CIM data

Note 1 to entry: A profile is a subset of classes, associations and attributes needed to accomplish a specific type of interface and based upon a CIM data model. Profiles may impose stricter rules on original classes and associations. A profile is usually converted to schema (XSD, RDF, OWL, etc.) that can be used to create, read and validate instance files for data exchange.

Note 2 to entry: This term may be used to define either the semantic model for an instance data payload or the syntactic schema for an instance data payload. A profile may be expressed in XSD, RDF, and/or OWL files. An instance data conforming to a profile can be tested in exchanges between applications. A profile is necessary in order to “use” the canonical model.

3.10

solved model

model containing instance of State Variables (SV)

3.11**bus-branch model**

simplified representation, which is a result from a topology processing of a node-breaker model

Note 1 to entry: It does not include a complete breaker and busbar configuration however retained breakers are allowed. This representation is used by power flow or state estimation algorithms.

3.12**node-breaker model**

detailed representation that includes a complete breaker and busbar configuration.

3.13**power system case**

model which is describing a steady state power system situation including equipment status, control targets and energy interchange

Note 1 to entry: It can be a state estimator case or a power flow case.

3.14**base case**

power system case that forms the basis for other studies like short circuit, dynamic stability or contingency analysis

4 Profile specification**4.1 General****4.1.1 General**

The profiles defined in this document have the following version information.

4.1.2 Steady state hypothesis profile

- Title: Steady State Hypothesis Vocabulary
- Keyword: SSH
- Description: This vocabulary is describing the steady state hypothesis profile from IEC 61970-456.
- Version IRI: <http://iec.ch/TC57/ns/CIM/SteadyStateHypothesis/2.0>
- Version info: 2.0.0
- Prior version: <http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/SteadyStateHypothesis/1>
- Conforms to: urn:iso:std:iec:61970-456:ed-3|urn:iso:std:iec:61970-301:ed-7:amd1|file://iec61970cim17v40_iec61968cim13v13a_iec62325cim03v17a.eap|urn:iso:std:iec:61970-401:draft:ed-1|urn:iso:std:iec:61970-501:draft:ed-2
- Identifier: urn:uuid:527c4385-0429-4987-9b1c-495be6e3ef63

4.1.3 Topology profile

- Title: Topology Vocabulary
- Keyword: TP
- Description: This vocabulary is describing the topology profile from IEC 61970-456.
- Version IRI: <http://iec.ch/TC57/ns/CIM/Topology/5.0>
- Version info: 5.0.0
- Prior version: <http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/Topology/4>
- Conforms to: urn:iso:std:iec:61970-456:ed-3|urn:iso:std:iec:61970-301:ed-7:amd1|file://iec61970cim17v40_iec61968cim13v13a_iec62325cim03v17a.eap|urn:iso:std:iec:61970-401:draft:ed-1|urn:iso:std:iec:61970-501:draft:ed-2
- Identifier: urn:uuid:e36dcb99-2368-4eac-88ac-0be58a44af63

4.1.4 State variables profile

- Title: State Variables Vocabulary
- Keyword: SV
- Description: This vocabulary is describing the state variables profile from IEC 61970-456.
- Version IRI: <http://iec.ch/TC57/ns/CIM/StateVariables/5.0>
- Version info: 5.0.0
- Prior version: <http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/StateVariables/4>
- Conforms to: urn:iso:std:iec:61970-456:ed-3|urn:iso:std:iec:61970-301:ed-7:amd1|file://iec61970cim17v40_iec61968cim13v13a_iec62325cim03v17a.eap|urn:iso:std:iec:61970-401:draft:ed-1|urn:iso:std:iec:61970-501:draft:ed-2
- Identifier: urn:uuid:f9744f43-258c-49cd-8d8d-449ab427a490

4.2 Requirements and constraints

This subclause defines requirements and constraints that shall be fulfilled by applications that conform to this document. The naming of the rules shall not be used for machine processing. The rule names are just a string. The naming convention of the constraints is as follows.

“{rule.Type}:{rule.Standard}:{rule.Profile}:{rule.Property}:{rule.Name}”

where

- rule.Type: C – for constraint; R – for requirement
- rule.Standard: the number of the standard e.g. 456 for IEC 61970-456, 452 for IEC 61970-452.
- rule.Profile: the abbreviation of the profile, e.g. TP for Topology profile. If set to “ALL” the constraint is applicable to all IEC 61970-456 profiles.
- rule.Property: for UML classes, the name of the class, for attributes and associations, the name of the class and attribute or association end, e.g. EnergyConsumer, IdentifiedObject.name, etc. If set to “NA” the property is not applicable to a specific UML element.
- rule.Name: the name of the rule. It is unique for the same property.

Example: C:456:TP:IdentifiedObject.name:stringLength

This subclause includes rules and constraints that are defined in IEC 61970-452, tagged "452". They are included to make the validation self-contained. The rule and constraints that are tagged "456" are mastered in this document.

- R:452:ALL:NA:exchange
Optional and required attributes and associations must be imported and exported if they are in the model file prior to import.
- R:452:ALL:NA:exchange1
If an optional attribute does not exist in the imported file, it does not have to be exported in case exactly the same data set is exported, i.e. the tool is not obliged to automatically provide this attribute. If the export is resulting from an action by the user performed after the import, e.g. data processing or model update the export can contain optional attributes.
- R:452:ALL:NA:exchange2
In most of the profiles the selection of optional and required attributes is made so as to ensure a minimum set of required attributes without which the exchange does not fulfil its basic purpose. Business processes governing different exchanges can require mandatory exchange of certain optional attributes or associations. Optional and required attributes and associations shall therefore be supported by applications which claim conformance with certain functionalities of IEC 61970-452. This provides flexibility for the business processes to adapt to different business requirements and base the exchanges on IEC 61970-452 compliant applications.
- R:452:ALL:NA:exchange3
An exporter may, at his or her discretion, produce a serialization containing additional class data described by the CIM Schema but not required by this document provided these data adhere to the conventions established in Clause 5.
- R:452:ALL:NA:exchange4
From the standpoint of the model import used by a data recipient, the document describes a subset of the CIM that importing software shall be able to interpret in order to import exported models. Data providers are free to exceed the minimum requirements described herein as long as their resulting data files are compliant with the CIM Schema and the conventions established in Clause 5. The document, therefore, describes additional classes and class data that, although not required, exporters will, in all likelihood, choose to include in their data files. The additional classes and data are labelled as required (cardinality 1..1) or as optional (cardinality 0..1) to distinguish them from their required counterparts. Please note, however, that data importers could potentially receive data containing instances of any and all classes described by the CIM Schema.
- R:452:ALL:NA:cardinality
The cardinality defined in the CIM model shall be followed, unless a more restrictive cardinality is explicitly defined in this document. For instance, the cardinality on the association between VoltageLevel and BaseVoltage indicates that a VoltageLevel shall be associated with one and only one BaseVoltage, but a BaseVoltage can be associated with zero to many VoltageLevels.
- R:452:ALL:NA:associations
Associations between classes referenced in this document and classes not referenced here are not required regardless of cardinality.
- R:452:ALL:IdentifiedObject.name:rule
The attribute "name" inherited by many classes from the abstract class IdentifiedObject is not required to be unique. It must be a human readable identifier without additional embedded information that would need to be parsed. The attribute is used for purposes such as User Interface and data exchange debugging. The MRID defined in the data exchange format is the only unique and persistent identifier used for this data exchange. The attribute IdentifiedObject.name is, however, always required for CoreEquipment profile and Short Circuit profile.

- R:452:ALL:IdentifiedObject.description:rule
The attribute “description” inherited by many classes from the abstract class IdentifiedObject must contain human readable text without additional embedded information that would need to be parsed.
- R:452:ALL:NA:uniqueIdentifier
All IdentifiedObject-s shall have a persistent and globally unique identifier (Master Resource Identifier – mRID).
- R:452:ALL:NA:unitMultiplier
For exchange of attributes defined using CIM Data Types (ActivePower, Susceptance, etc.) a unit multiplier of 1 is used if the UnitMultiplier specified in this document is “none”.
- R:456:SV:SvPowerFlow:instance
As a minimum there shall be an instance of SvPowerFlow associated with the Terminal for all the following classes and their specialisation (subclass) that is part of an energized TopologicalIsland: RotatingMachine, EnergyConsumer, EquivalentInjection, ShuntCompensator, StaticVarCompensator, ExternalNetworkInjection, PowerElectronicsConnection and EnergySource. Additional instances of SvPowerFlow may optionally be available for other in service (SvStatus.inService=true) and energised equipment (equipment connected to a TopologicalNode part of the TopologicalIsland).
- C:456:SSH:ACDCConverter:targets
The target values and related attributes for ACDCConverter and its subclasses are optional in SSH. However, depending on the control mode of the converter some of the attributes shall be considered as required. The description of the control modes in the enumerations CsPpccControlKind, VsPpccControlKind and VsQpccControlKind provide information on necessary attributes which are then considered required attributes for each control mode in SSH.
- C:456:SSH:EnergyConsumer.p:ValueRange
EnergyConsumer.p shall be zero or positive value. Energy production shall be modelled as an energy producer class (e.g. GeneratingUnit) or an Equivalent classes.
- C:456:SSH:EnergyConsumer.q:ValueRange
EnergyConsumer.q shall be zero or positive value. Energy production shall be modelled as an energy producer class (e.g. GeneratingUnit) or an Equivalent classes.
- C:456:SSH:EnergySource:EnergySourcePQ
The attributes voltageAngle and voltageMagnitude shall not be used when the EnergySource is representing a constant active and reactive power injection (PQ injection), i.e. they shall only be used when the EnergySource is modelling a voltage source.
- C:456:SSH:EquivalentInjection.p:limits
The negated value (necessary due to sign convention) of EquivalentInjection.p shall be less than or equal to EquivalentInjection.maxP and shall be greater than or equal to EquivalentInjection.minP.
- C:456:SSH:EquivalentInjection.q:limits
The negated value (necessary due to sign convention) of EquivalentInjection.q shall be less than or equal to EquivalentInjection.maxQ and shall be greater than or equal to EquivalentInjection.minQ.
- C:456:SSH:EquivalentInjection:regulation
If EquivalentInjection.regulationCapability in EQ is true, then EquivalentInjection.regulationStatus and EquivalentInjection.regulationTarget are required in SSH. If EquivalentInjection.regulationCapability in EQ is false, then EquivalentInjection.regulationStatus and EquivalentInjection.regulationTarget are not exchanged in SSH.

- C:456:SSH:ExternalNetworkInjection.p:limits
The negated value (necessary due to sign convention) of ExternalNetworkInjection.p shall be less than or equal to ExternalNetworkInjection.maxP and shall be greater than or equal to ExternalNetworkInjection.minP.
- C:456:SSH:ExternalNetworkInjection.q:limits
The negated value (necessary due to sign convention) of ExternalNetworkInjection.q shall be less than or equal to ExternalNetworkInjection.maxQ and shall be greater than or equal to ExternalNetworkInjection.minQ.
- C:456:SSH:GeneratingUnit.normalPF:values
GeneratingUnit.normalPF is normally zero for generators which are non-energized (do not participate in the load flow). It can have a number in case of activating the GeneratingUnit is a remedial action. As .normalPF values are not normalized across different MAS, the application that imports a model shall have a power flow calculation logic setup to be able to normalize normalPF values for the purpose of the distributed slack and preserve the original values of GeneratingUnit.normalPF in case of export.
- C:456:SSH:NA:angleReference
Angle reference: In cases where it is required to exchange a solved model and compare power flow results (assuming identical/comparable calculation methods and initial conditions) it is required that the angle reference slack is placed within the exported model. The slack generator is the SynchronousMachine connected to the TopologicalNode referenced by TopologicalIsland.AngleRefTopologicalNode and which has the highest SynchronousMachine.referencePriority in the exported MAS's SSH.
- C:456:SSH:NA:distributedActivePowerSlack
Active power slack by multiple generators per ControlArea: all GeneratingUnit(s) have non-zero normalPF, but there must be one GeneratingUnit per ControlArea that have maximum (the highest) participation factor (GeneratingUnit.normalPF) so that this GeneratingUnit is used as a single active power slack in case the tooling does not support active power slack by multiple generators per ControlArea.
- C:456:SSH:NA:notSolvedModel
In case of exchange of non-solved model (i.e. SV profile is not exchanged) the tools shall assign the angle reference node using the information from SSH (the highest SynchronousMachine.referencePriority or GeneratingUnit.normalPF in the exported MAS's SSH).
- C:456:SSH:NA:singleActivePowerSlack
Active power slack by a single generator per ControlArea: one generator has GeneratingUnit.normalPF set to a highest value (non-zero) and all other generating units have a zero GeneratingUnit.normalPF.
- C:456:SSH:RegulatingControl.targetValue:value
RegulatingControl.targetValue shall be positive value in cases where the RegulatingControl.mode is set to voltage in EQ profile.
- C:456:SSH:RotatingMachine.p:limits
The negated value (necessary due to sign convention) of RotatingMachine.p shall be less than or equal to GeneratingUnit.maxOperatingP and shall be greater than or equal to GeneratingUnit.minOperatingP of the associated GeneratingUnit. This applies regardless if the Equipment in service or not.
- C:456:SSH:RotatingMachine.q:limits
In case there is no ReactiveCapabilityCurve associated with the SynchronousMachine, the negated value (necessary due to sign convention) of RotatingMachine.q shall be less than or equal to SynchronousMachine.maxQ and shall be greater than or equal to SynchronousMachine.minQ. This applies regardless if the Equipment in service or not.

- C:456:SSH:RotatingMachine:pCapabilityCurve
 In cases where a ReactiveCapabilityCurve is associated, the RotatingMachine.p shall be less than or equal to the maximum active power value defined by the curve and it shall be greater than or equal to the minimum active power value defined by the curve. NOTE: The machine operating mode (e.g. motor, generator etc) shall be taken into consideration.
- C:456:SSH:RotatingMachine:qCapabilityCurve
 In cases where a ReactiveCapabilityCurve is associated, the RotatingMachine.q shall be less than or equal to the maximum reactive power value defined by the curve and it shall be greater than or equal to the minimum reactive power value defined by the curve. NOTE: The machine operating mode (e.g. motor, generator etc) shall be taken into consideration.
- C:456:SSH:ShuntCompensator.sections:value
 In cases where RegulatingControl.discrete is true and RegulatingControl.enabled is true, ShuntCompensator.sections shall be integer.
- C:456:SSH:SynchronousMachine.operatingMode:matchType
 The SynchronousMachine.operatingMode shall be consistent with the SynchronousMachine.type.
 - SynchronousMachine.operatingMode = “motor” shall be provided for SynchronousMachine.type in ["motor", "generatorOrMotor", "motorOrCondenser", "generatorOrCondenserOrMotor"],
 - SynchronousMachine.operatingMode = “condenser” shall be provided for SynchronousMachine.type in ["condenser", "generatorOrCondenser", "motorOrCondenser", "generatorOrCondenserOrMotor"], and
 - SynchronousMachine.operatingMode = “generator” shall be provided for SynchronousMachine.type in ["generator", "generatorOrMotor", "generatorOrCondenser", "generatorOrCondenserOrMotor"].
- C:456:SSH:TapChanger.step:value
 In cases where RegulatingControl.discrete is true and RegulatingControl.enabled is true, TapChanger.step shall be integer.
- C:456:SV:IdentifiedObject.name:stringLength
 The string IdentifiedObject.name has a maximum of 128 characters.
- C:456:SV:SvPowerFlow.p:synchronousMachine
 The SvPowerFlow.p that is given by the steady state power flow solution for a SynchronousMachine shall normally be within the capability of the machine defined in the ReactiveCapabilityCurve or GeneratingUnit.maxOperatingP and GeneratingUnit.minOperatingP when ReactiveCapabilityCurve is not present. Active power can be outside the capability as part of start-up or shutdown of the generator. CIM cannot represent different operation mode so this constraint will only give a warning. Note that different data exchange processes can assign more restrictive severity depending on the business needs and power flow algorithm applied by the business process.
- C:456:SV:SvPowerFlow.q:synchronousMachine
 The SvPowerFlow.q that is given by the steady state power flow solution for a SynchronousMachine shall normally be within the capability of the machine defined in the ReactiveCapabilityCurve or SynchronousMachine.maxQ, SynchronousMachine.minQ when ReactiveCapabilityCurve is not present. Reactive power can be outside the capability if powerflow excludes reactive restriction. CIM cannot represent this so this contains will also give a warning. Note that different data exchange processes can assign more restrictive severity depending on the business needs and power flow algorithm applied by the business process.
- C:456:SV:SvShuntCompensatorSections.sections:value
 In cases where RegulatingControl.discrete is true and RegulatingControl.enabled is true, SvShuntCompensatorSections.sections shall be integer.

- C:456:SV:SvSwitch:instance
SvSwitch shall be exchanged for all switching devices. It is expected that in most cases the SvSwitch.open in SV instance data will be identical with Switch.open in SSH instance data. However, in cases where a regulating control is modifying the connection state of the controlled device a difference between SvSwitch.open and Switch.open can occur.
- C:456:SV:SvTapStep.position:value
In cases where RegulatingControl.discrete is true and RegulatingControl.enabled is true, SvTapStep.position shall be integer.
- C:456:SV:SvVoltage.v:absoluteLimit
SvVoltage.v shall be greater than 0,4 pu in cases where associated voltage limits are not defining different limit range.
- C:456:SV:SvVoltage.v:limits
The SvVoltage.v shall be less than or equal to VoltageLimit.value associated with OperationalLimitType.limitType=highVoltage and greater than or equal to VoltageLimit.value associated with OperationalLimitType.limitType=lowVoltage.
- C:456:SV:TopologicalIsland:instance
At least one TopologicalIsland instance shall be present per SV instance.
The TopologicalIsland-s for a merged model which are defined in the state variables instance file for the merged model are created with the solving on the power flow of the merged model, i.e. there are no TopologicalIsland-s defined per MAS in a merged model. In case a solved merged model is exchanged for a single MAS the state variables instance file shall include at least one instance of TopologicalIsland.
- C:456:TP:IdentifiedObject.description:stringLength
The string IdentifiedObject.description is maximum 256 characters.
- C:456:TP:IdentifiedObject.name:instance
Name is required for all classes in the profile except ACDCTerminal.
- C:456:TP:IdentifiedObject.name:stringLength
The string IdentifiedObject.name has a maximum of 128 characters.
- C:456:TP:Terminal:switch
The Terminal-s of the two sides of a retained Switch (Switch.retained=true) or any of its subclasses shall not be connected to the same TopologicalNode.
- C:456:TP:TopologicalNode:containment
The association TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer is required however CGMES does not specify to which type of EquipmentContainer the association shall point to. Therefore the association TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer shall point to any type of EquipmentContainer given by the connecting equipment (that is linked to the associated Terminal). Machine based validation is not performed. It is required that import and export shall not make any changes to this association.

5 Overview

5.1 General

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 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.

This document is flexible and designed to satisfy a wide range of analytical scenarios in the planning and operating business environments. It enables parties that collaborate in some business process to create additional business agreements that describe any restrictions and customizations of the document that are deemed necessary for the business process. In most cases, these additional agreements are local agreements hence they are not included in IEC standards.

5.2 Modelling authorities

In order to meet the 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'.

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 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 as belonging to a Model Authority Set (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.

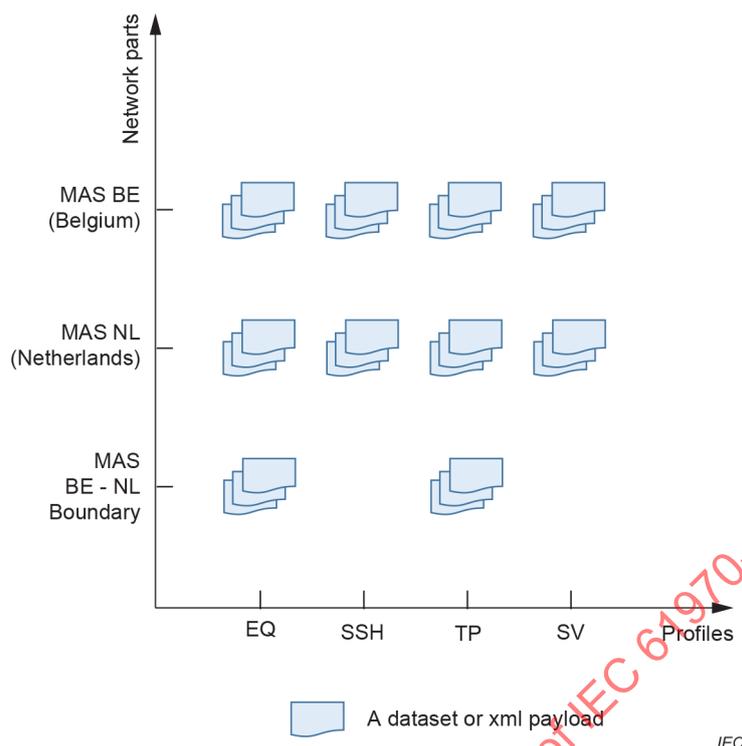


Figure 1 – Relations between MAS, profile and dataset

Different IEC 61970 profiles are listed along the horizontal axis:

- EQ for equipment are defined in IEC 61970-452.
- SSH for power flow initial data, TP for topology data and SV for state variables data are defined in this document.

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

- MAS BE represents 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 represents 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 describes a dataset packaged as a payload.

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 contains 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.

5.3 Profile relationships

Figure 2 illustrates some of the profiles that are defined by the IEC 61970-450 to IEC 61970-499 series and depicts the relationships between them.

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 (TopologicalNode-s) from switching device statuses the power flow buses are maintained manually in legacy bus-branch tools.

Node-breaker and bus-branch model representations can be combined in an assembled or a merged model and this is ensured by building of models using ConnectivityNode-s

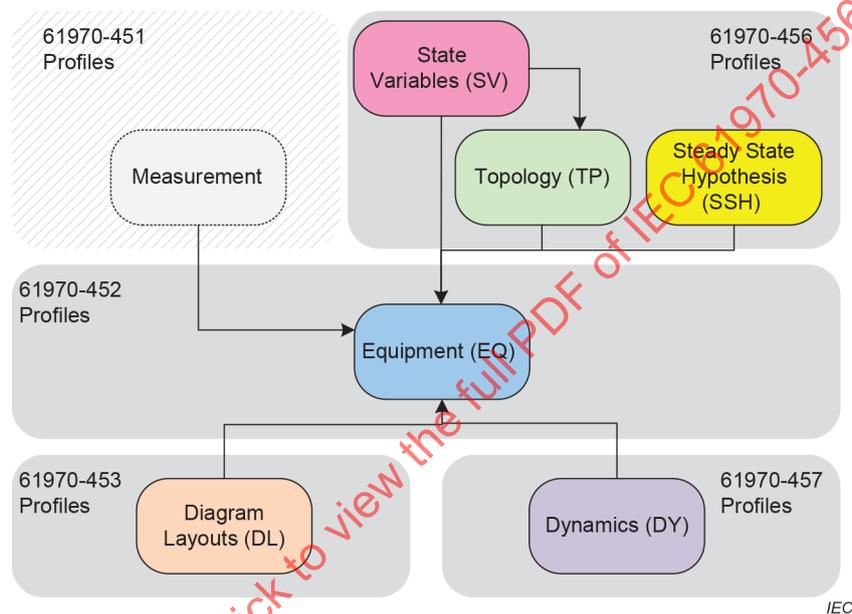


Figure 2 – Profile relationships

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.

IEC 61970-452 defines specific profiles (or subsets) of the CIM for exchange of static power system data between utilities, security coordinators and other entities participating in an interconnected power system, such that all parties have access to the modelling of their neighbour’s systems that is necessary to run state estimation or power flow applications. Currently three profiles, the Equipment Core profile, the Operation profile and the Short Circuit profile, have been defined.

Energy Management Systems and various network modelling and simulation tools employ a variety of schematic and quasi-geographic presentations in their user interfaces. These are sometimes generated automatically, but more often are hand-drawn and require considerable labour to create and maintain. Most of this labour goes into the arrangement, or ‘layout’ of the power system elements within the overall diagram. The IEC 61970-453 specifies guidelines for the exchange of diagram layout information for schematic data.

IEC 61970-457 specifies a profile to support the analysis of the steady state stability (small-signal stability) and/or transient stability of a power system or parts of it. The information is described with reference to a power system model that conforms to IEC 61970-452 and IEC 61970-456. Thus, equipment and other related power flow model data are not repeated in the information exchanged with this document. The schema(s) for expressing the dynamic model information are derived from IEC 61970-302.

In Figure 2, an arrow between profiles indicates that there are relationships defined between data in the two datasets. The directionality indicates that the data in the “from” dataset depends on classes in the “to” dataset. 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.

5.4 Connectivity model

Figure 3 illustrates an example of the equipment model in which the equipment connectivity is described by the ConnectivityNode and Terminal classes. The Terminal class is central in that and it supports Equipment, Topology, State Variables, Steady State Hypothesis and Diagram Layout profiles. Within the Equipment profile the Terminal is associated ConnectivityNode-s with ConductingEquipment and provides the multi Terminal equipment (e.g. Switch-es, ACLineSegment-s, 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 describes power flow busses that are an output of a topology processing of the equipment model, i.e. the TopologicalNode-s that are used as input by a power flow calculation. The State Variables profile describes the result of a power flow application.

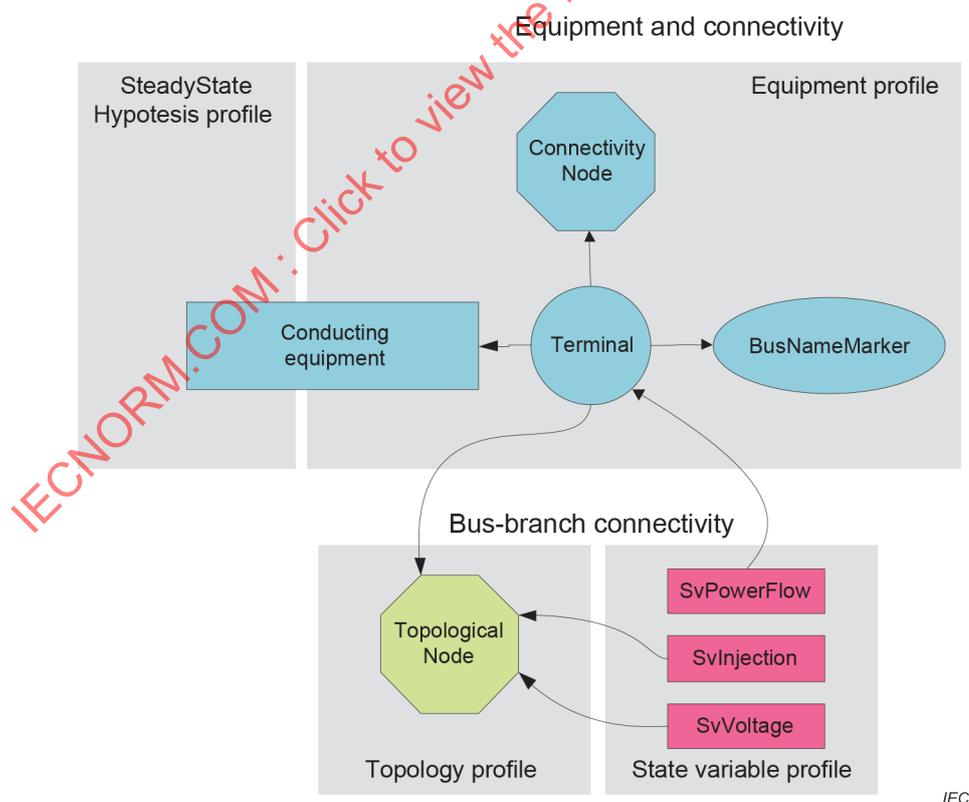


Figure 3 – Connectivity and solution model

The arrows in Figure 3 describe references between the CIM objects. TopologicalNode-s are computed from switching devices connecting ConnectivityNode-s.

A model uses `ConnectivityNode-s` to describe how `ConductingEquipment-s` are connected. In topology processing all `ConductingEquipment-s` connected with each other through closed `Switch-es` are identified and the `Terminal-s` of `ConductingEquipment-s` are assigned to a `TopologicalNode`.

`BusNameMarker-s` are used to avoid an arbitrary naming of `TopologicalNode-s` resulting from topology processing, as described in 7.1.1. It is possible to preserve the `TopologicalNode` names by creating `BusNameMarker-s` for one or more such sets of `Switch.open` and usage of the `BusNameMarker` names to name the `TopologicalNode-s` generated by topology processing.

This usage of `BusNameMarker-s` preserves `TopologicalNode` names but not the mRID (the `rdf:ID/rdf:about` in IEC 61970-552). Hence, `TopologicalNode` mRID-s will vary between different topology processing runs.

An equipment model using `ConnectivityNode-s` may not necessarily have any switches. A simplified equipment model can initially be created without switches. As the connectivity is described using `ConnectivityNode-s` it is possible to have a hybrid modelling representation where a detailed node-breaker model having switches is combined with a simplified bus-branch style model without switches. 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 is created, where all zero impedance elements have been removed. 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 neighbouring regions including both EQ and SSH data. Figure 4 shows an example from Europe.

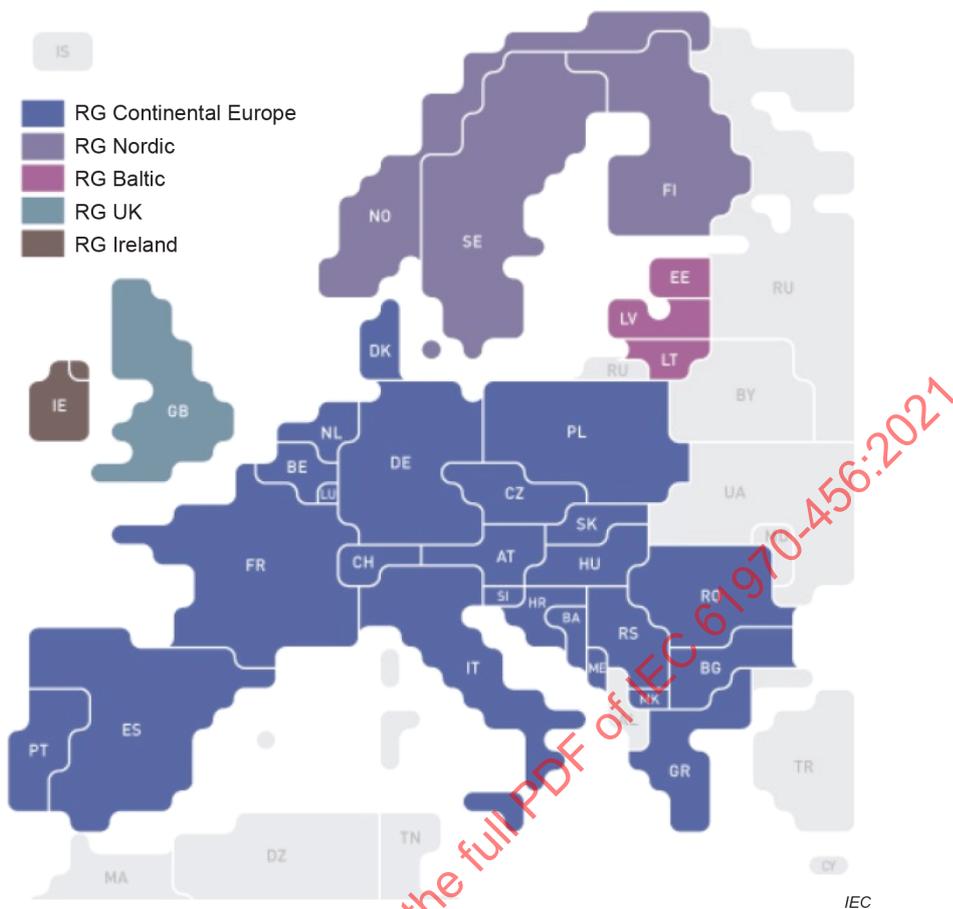


Figure 4 – The European power system with regions

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

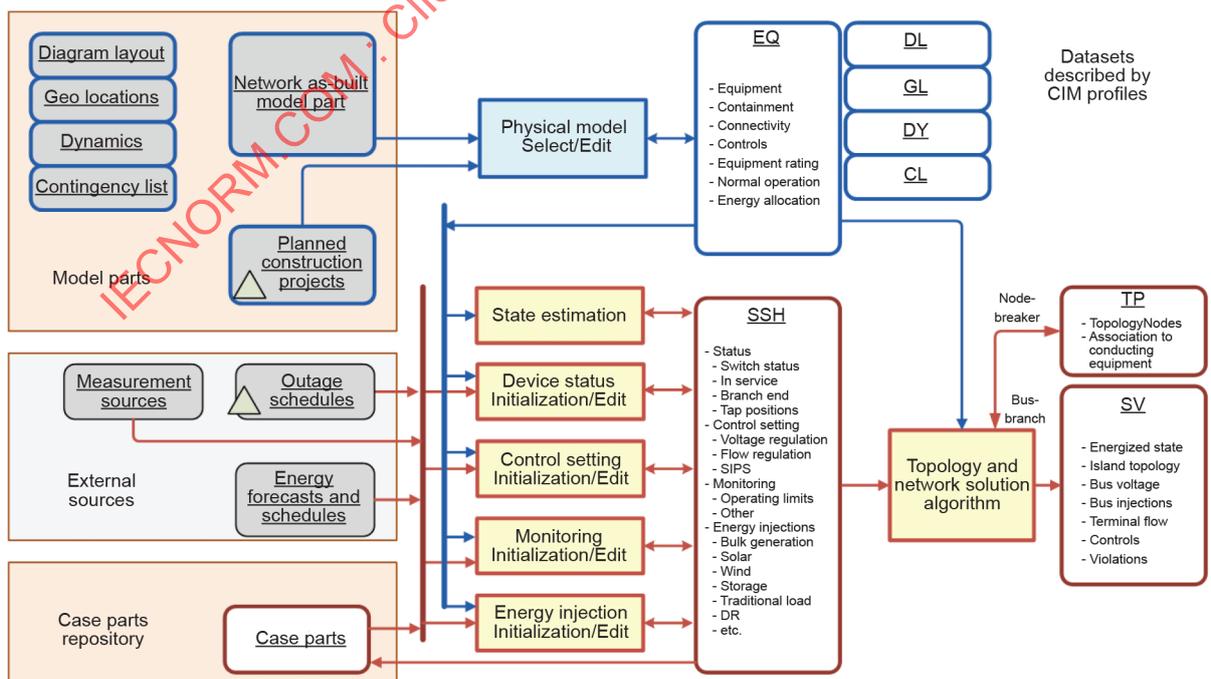


Figure 5 – Information exchange in power flow and sharing of results

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.

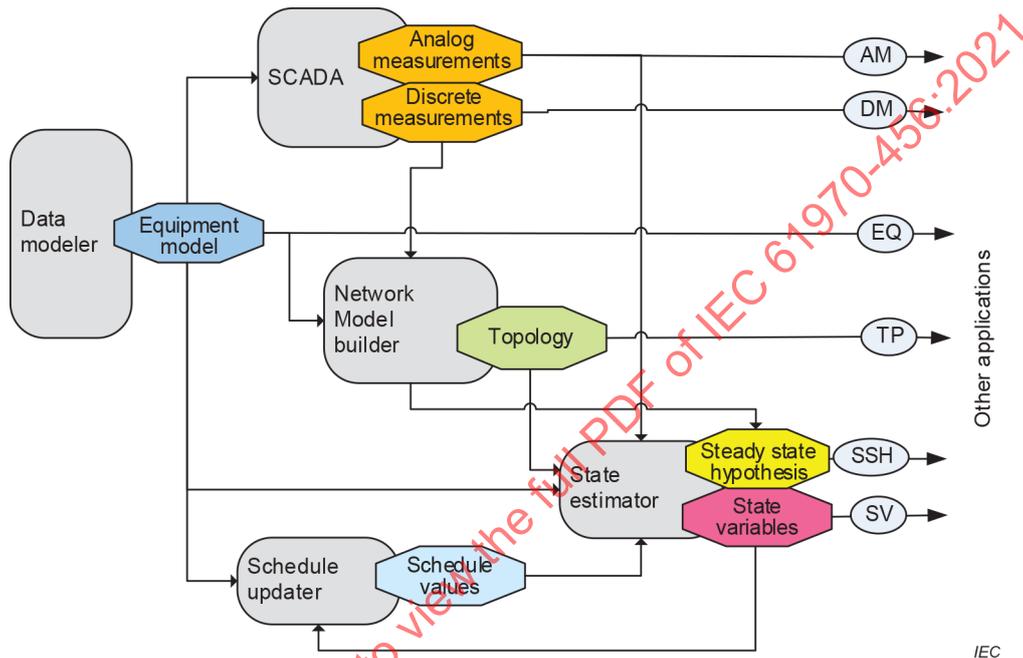


Figure 6 – EMS datasets to an external client

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.

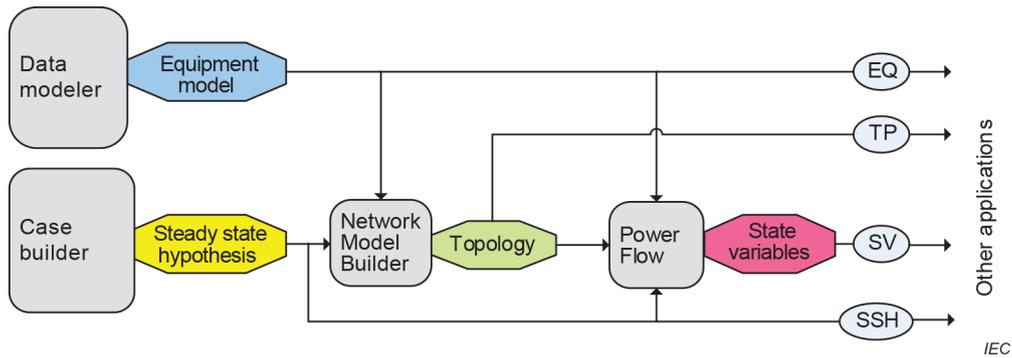


Figure 7 – Node-breaker power flow integration architecture

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.

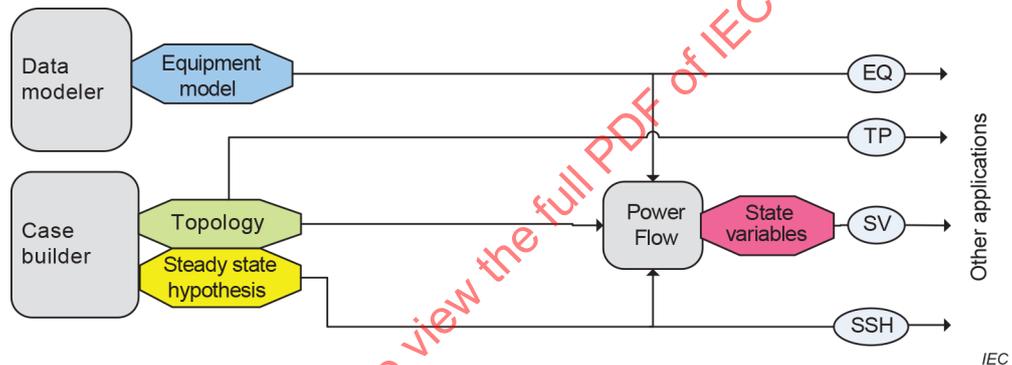


Figure 8 – Bus-branch power flow integration architecture

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.

6.4 Model partitioning and boundary modelling

6.4.1 General

This subclause describes a method of partitioning a large power network. It is not necessary the recommended method of doing it, but it should be one of the methods that applications shall support. The text in 6.4 is planned to be moved to other documents which will distinguish between best practices and specific use cases.

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.

6.4.2 Network model boundaries

ConnectivityNode-s also form the interface point in boundary datasets between network parts as shown in Figure 9 and Figure 10.

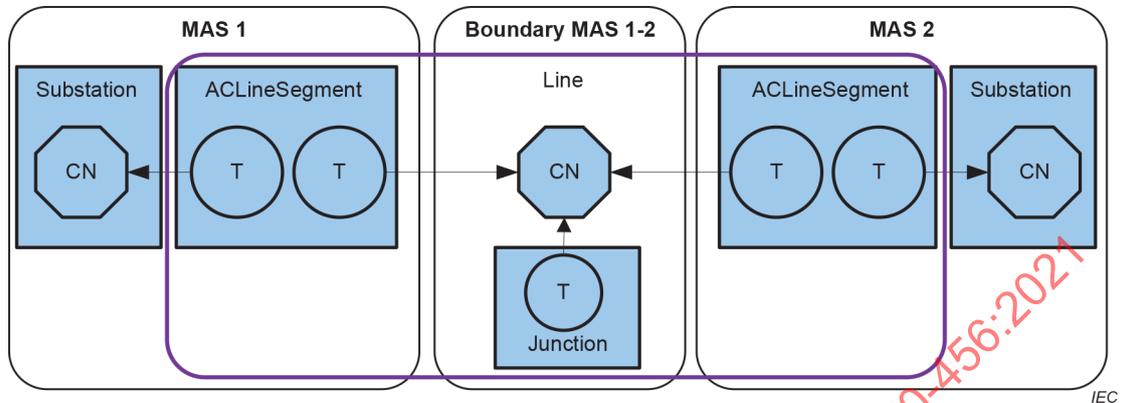


Figure 9 – Line boundary dataset example

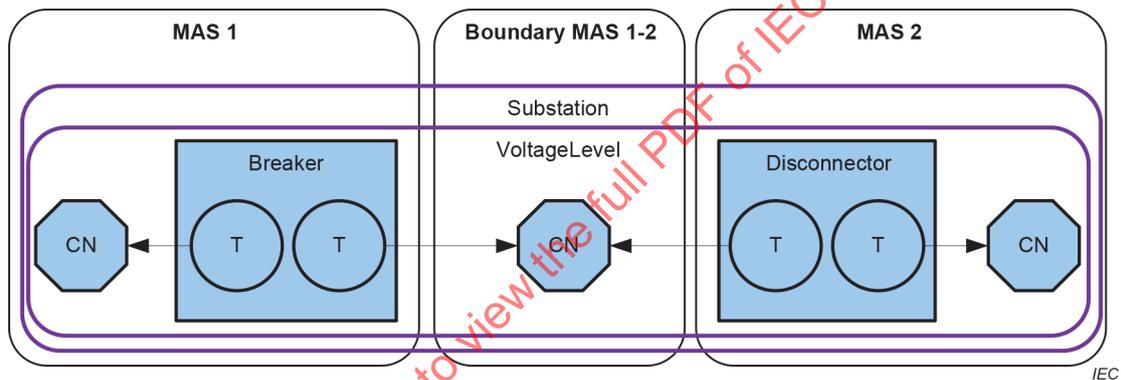


Figure 10 – Substation boundary dataset example

The following abbreviated CIM class names are used in Figure 9 and Figure 10:

- CN = ConnectivityNode;
- TN = TopologicalNode;
- T = 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 9 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 ACLineSegment-s 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 10. 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.

6.4.3 Network parts and model merge

A way to solve the power flow for an assembled model without the neighbouring network parts is to represent the neighbours with equivalent injections connected to the boundary ConnectivityNode as shown in Figure 11.

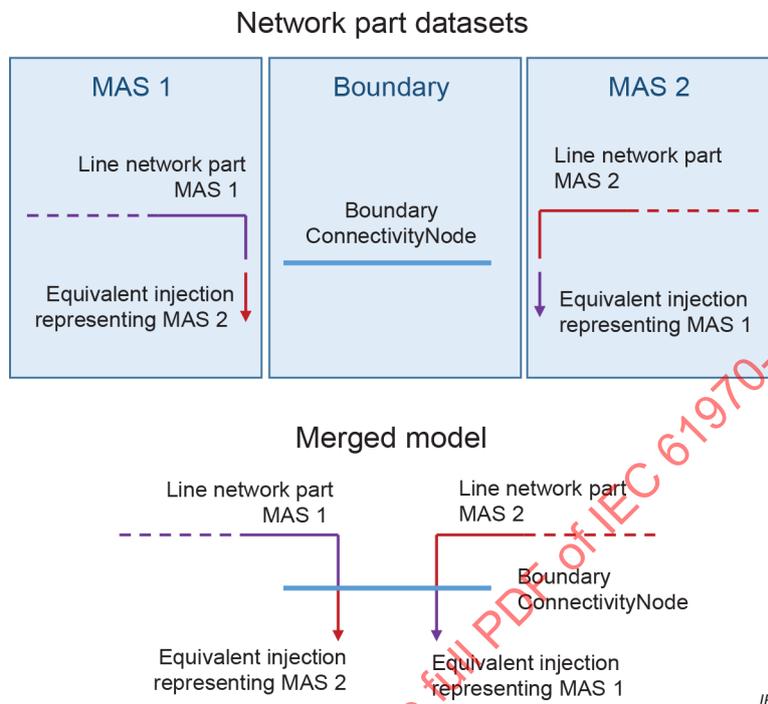


Figure 11 – Merged model

Note that the two equivalent injections in Figure 11 are always present and integral parts of the model authority sets describing the regional network parts (MAS 1 and MAS 2). The upper part in Figure 11 shows the regional network parts before merging and the lower part shows the merged network model.

The equivalent injections associated with the boundary ConnectivityNode are used to represent the power flow for the regional network when the neighbouring network parts are not connected. In a merged network model, the boundary injections are normally ignored (when the interconnection is complete) to avoid errors from differences in SSH injection values between the two equivalent injections which belong to a ConnectivityNode. It is not described in data being exchanged (e.g. EQ or SSH data) whether to ignore the boundary injections or not. Instead the context for the data being exchanged decides when to ignore the boundary injections.

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 12.

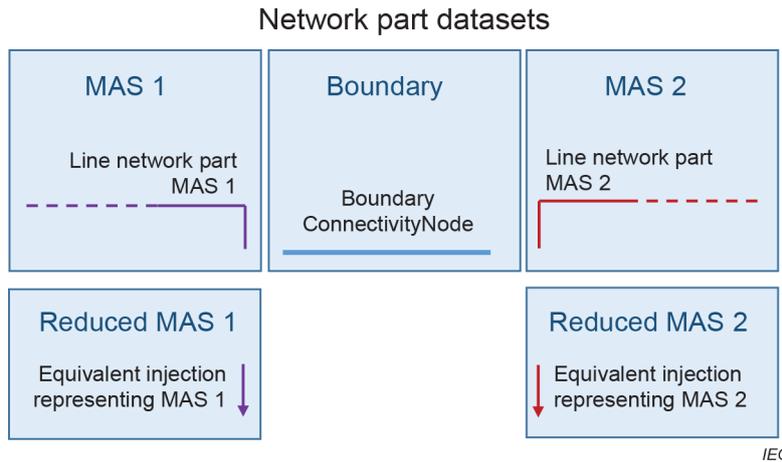


Figure 12 – Alternate boundary modelling

In Figure 12 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 12 can then be combined as shown in Figure 13.

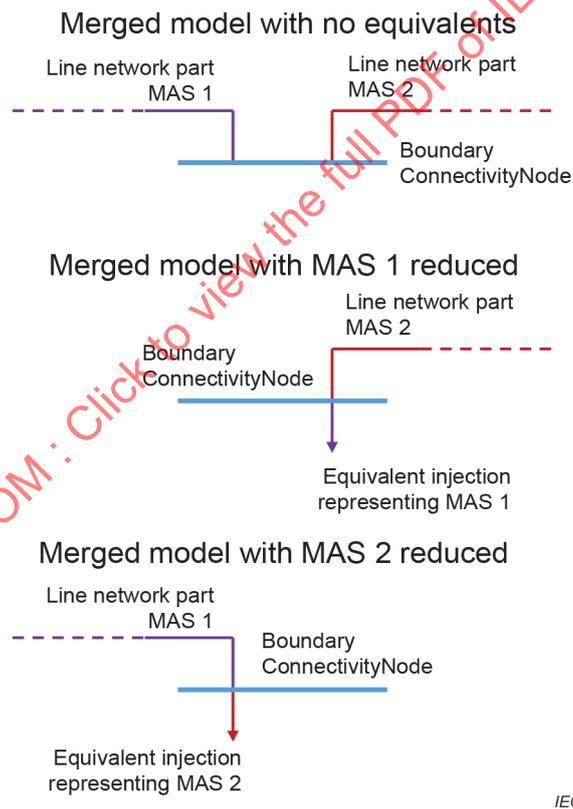


Figure 13 – Merged model alternatives

When regional model authority sets MAS 1 and MAS 2 are merged, refer to upper part of Figure 13, 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 13.

The use of equivalent injections as shown in Figure 11 violates the original and intended use of equivalent injections. In this case a power flow needs to recognize a merged model and then ignore the equivalent injections. Hence it is recommended not to use this modelling practice.

The use of equivalent injections as shown in Figure 12 complies with the original and intended use of equivalent injections and is the recommended usage.

6.4.4 Partitioning of a merged model

Figure 14 shows how a merged model is partitioned in two ways:

- Network parts 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.

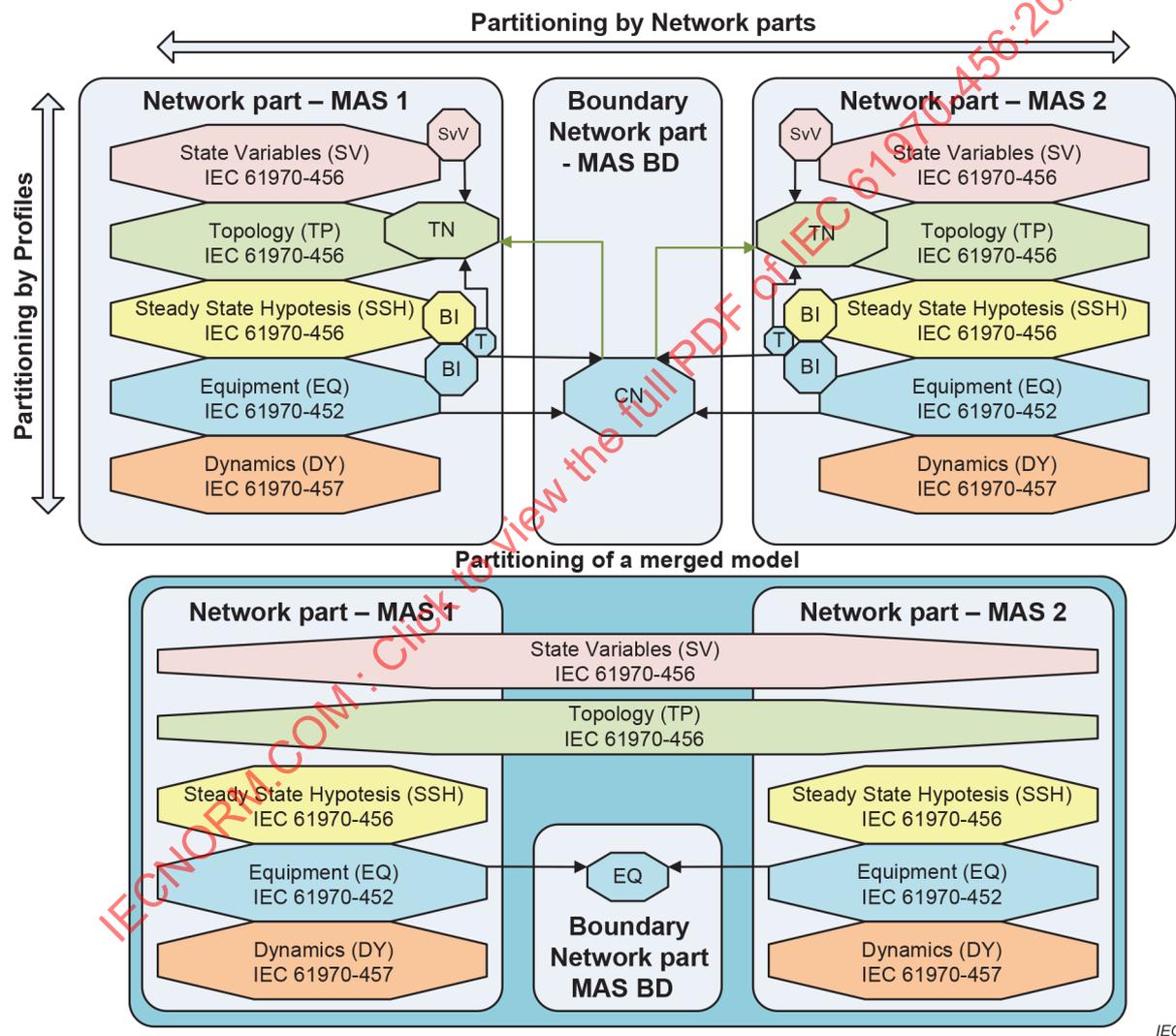


Figure 14 – Partitioning of a merged model

Steady State Hypotesis injections in the boundary representing the regional network parts are indicated with “BI” for boundary injection. 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.

7 Data model with CIMXML examples

7.1 Topology processing

7.1.1 Overview

The equipment model data and steady state hypothesis data are input to the network model building. The output is topology data that is addressed in this clause. The purpose of the topology data is to provide a bus-branch model described by TopologicalNode-s needed by state estimation or any other power flow based application as input for the purpose of power flow calculation.

A Topology dataset always depends on an Equipment dataset and SSH 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 TopologicalNode-s 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 modelling allows the modeller 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 BusNameMarker-s. If modelers provide BusNameMarker-s, and establish multiple main buses separated by retained Switch-es wherever bus splits are common, then the TopologicalNode-s can have consistent names from one Topology dataset to another. The CIM BusNameMarker class provides a way to give a persistent name to TopologicalNode-s. 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 BusNameMarker-s 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.
- BusNameMarker-s that may appear at the same TopologicalNode must have strict priority ordering to provide over time consistent naming of TopologicalNode-s.
- The BusNameMarker mRID cannot be copied to the TopologicalNode as this will break the uniqueness requirement for mRIDs if TopologicalNode-s are not persistent in the exchange document.

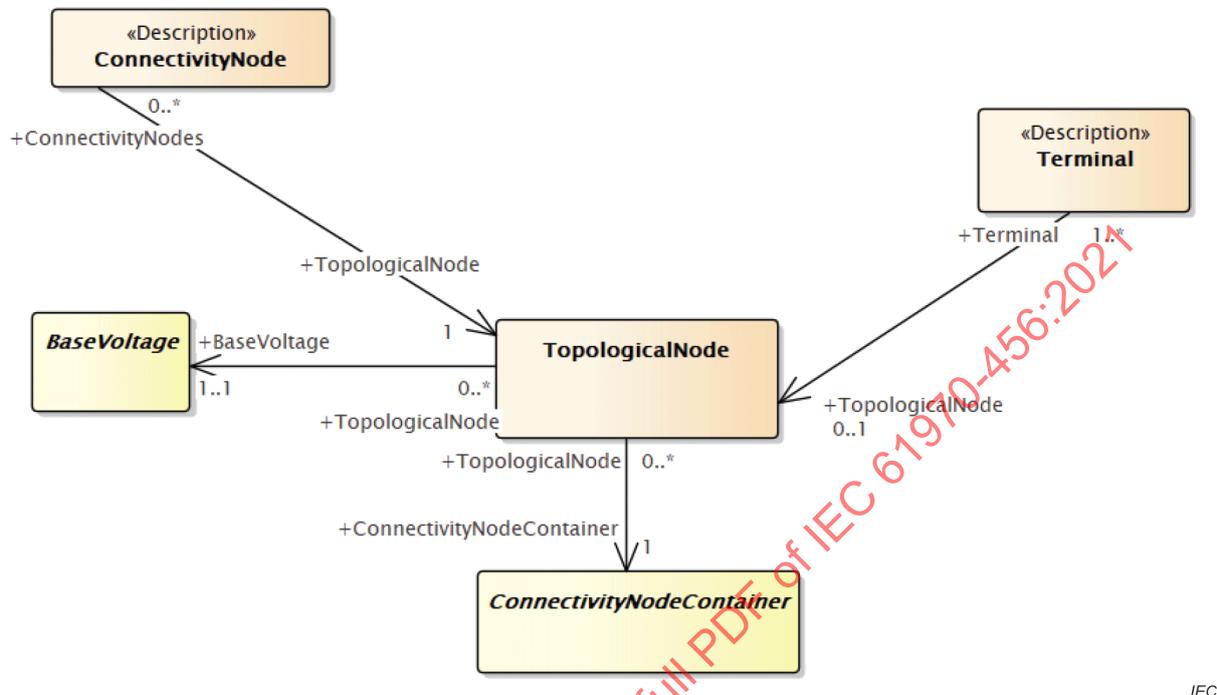
7.1.2 Bus-branch and node-breaker models

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 TopologicalNode-s for connectivity while node-breaker models use ConnectivityNode-s separated by Switch-es (Breaker-s, Disconnecter-s). Network model building (also known as topology processing) involves reducing Switch-es based on the inputs Switch.open, Switch.retained, Equipment.inService and creating corresponding TopologicalNode-s. By using BusNameMarker-s the names of the TopologicalNode-s resulting from network model building can be made persistent with TopologicalNode-s in a bus-branch model. However, persistency of the TopologicalNode itself and its mRID is not supported.

CIM supports a hybrid bus-branch and node-breaker models. This is made possible by the linkage between ConnectivityNode and TopologicalNode and the requirement to have all models build by using ConnectivityNode-s. The Topology profile requires the association between ConnectivityNode and TopologicalNode to be exchanged as shown in Figure 15.



IEC

Figure 15 – Relation between ConnectivityNode and TopologicalNode

The rules for the network model building are as follows:

- Calculate TopologicalNode-s from ConnectivityNode-s by processing Switch.open and Switch.retained. An open-ended branch results in a TopologicalNode at the open end to keep the voltage and angle.
- Exclude all equipment where Equipment.inService=false (or Equipment.normallyInService in case SSH data is not present).

In a bus-branch model, a bus split and transfer of a line between split buses is illustrated in Figure 16. This can be modelled as follows:

- A voltage level should be represented with two busses (ConnectivityNode-s) 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 16.
- 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 at the open ACLineSegment end is needed. This is made to describe a fault case.

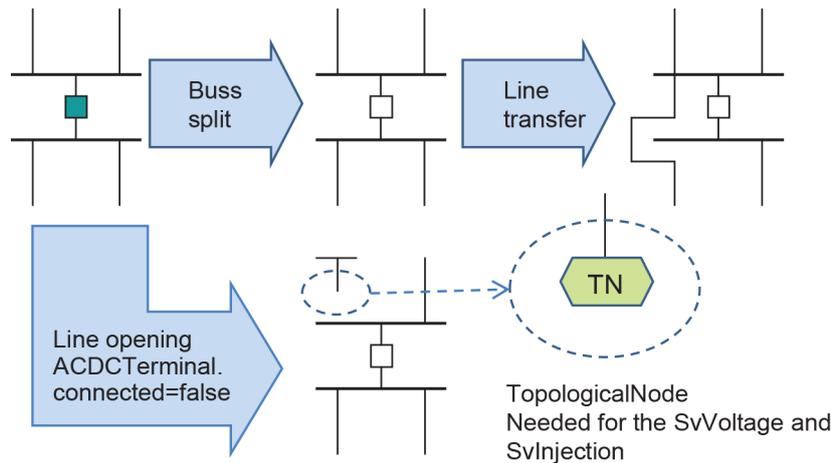


Figure 16 – Bus-branch modelling of bus coupler and line transfer

8 Detailed Profile specification

8.1 General

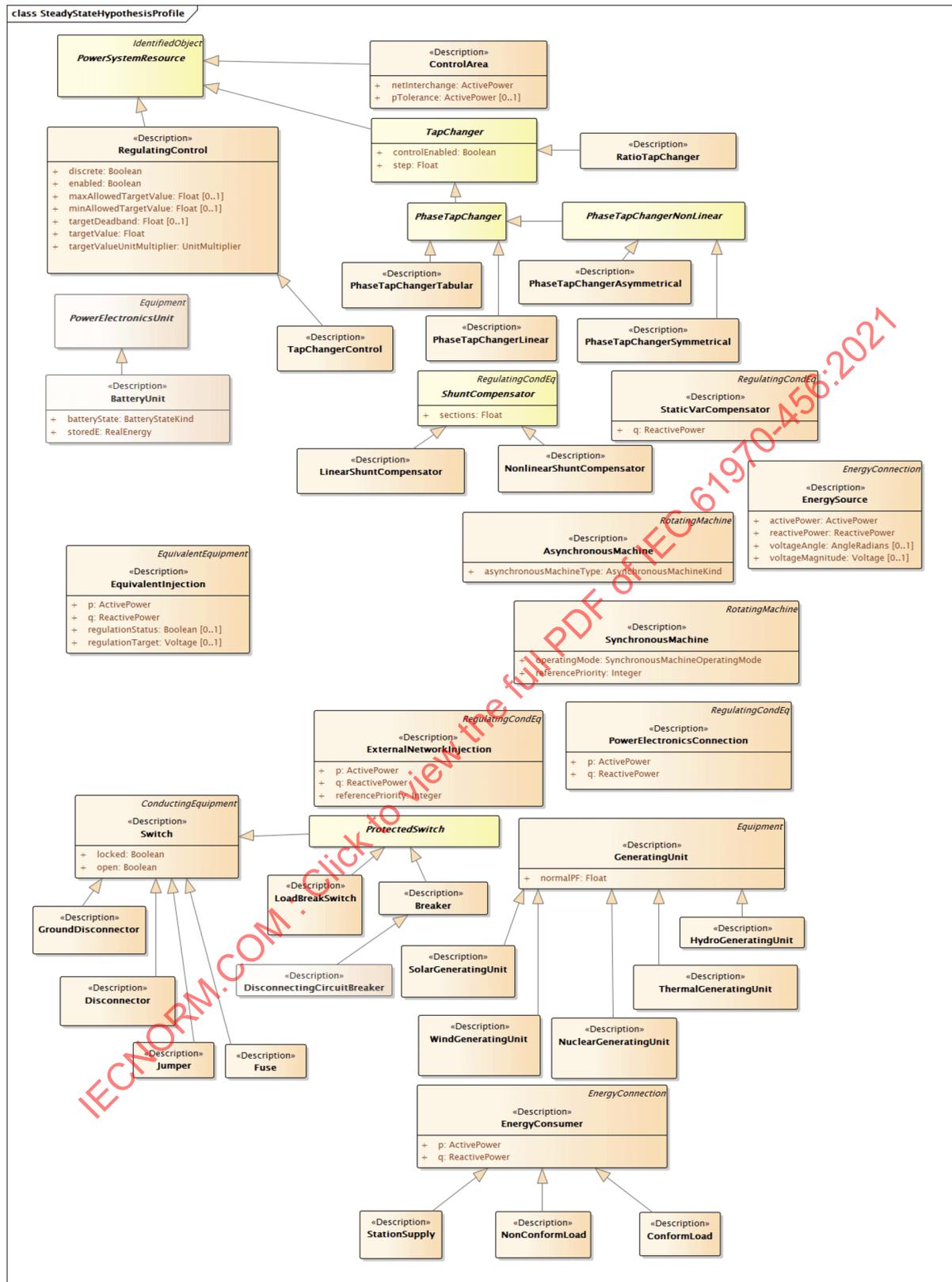
Subsequent subclauses contain tabular descriptions of the profile information model. All tables have the same structure that is shown below.

name (attribute or role)	mult (multiplicity)	type	description
--------------------------	---------------------	------	-------------

8.2 Package SteadyStateHypothesisProfile

8.2.1 General

A steady state hypothesis dataset which conforms to the IEC 61970-456 steady state hypothesis profile 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.



IEC

Figure 17 – Class diagram SteadyStateHypothesisProfile::SteadyStateHypothesisProfile

Figure 17: The diagram illustrates most of the classes in steady state hypothesis profile.

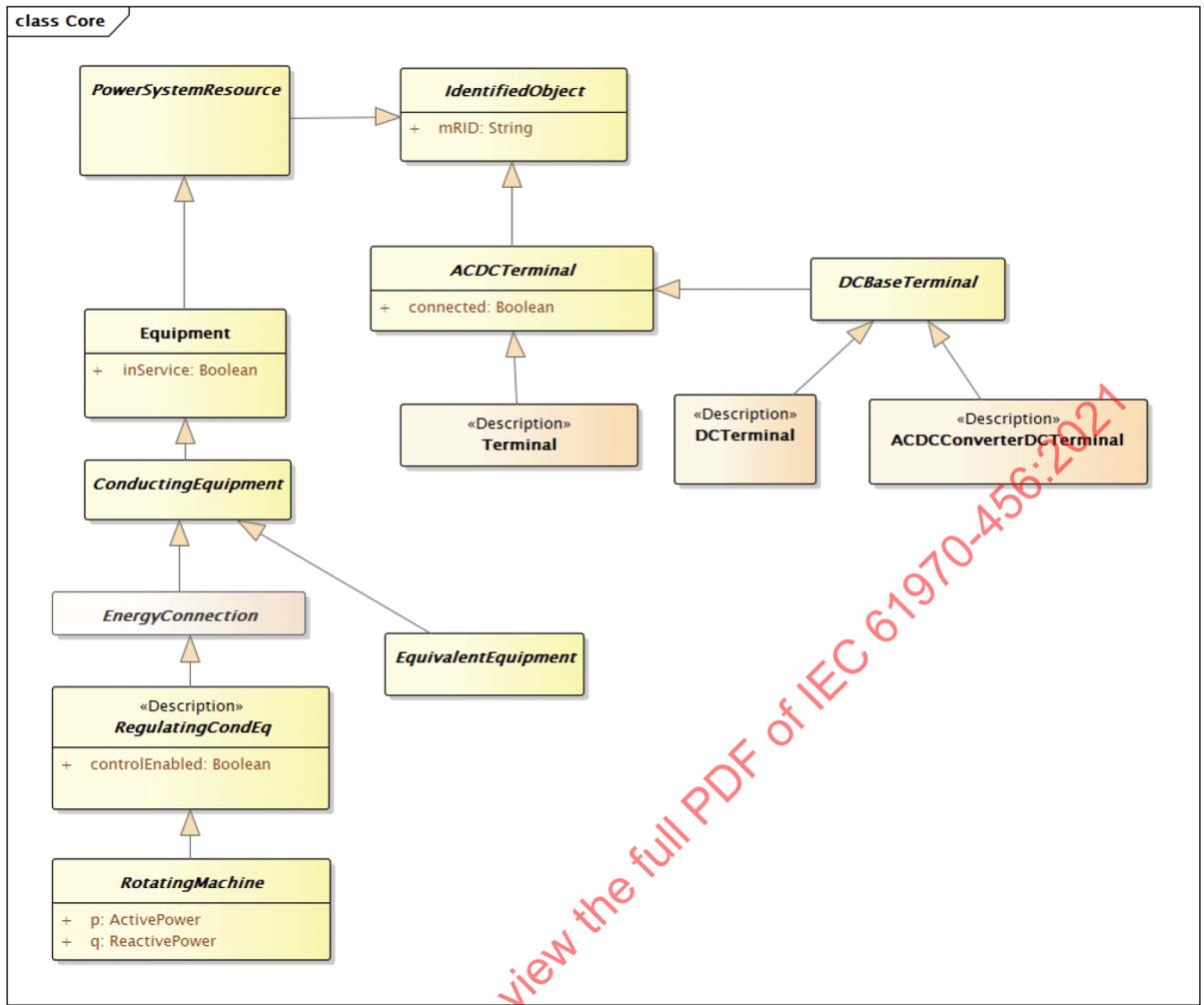


Figure 18 – Class diagram SteadyStateHypothesisProfile::Core

Figure 18: The diagram shows main classes from Core package in the canonical CIM used in this profile.

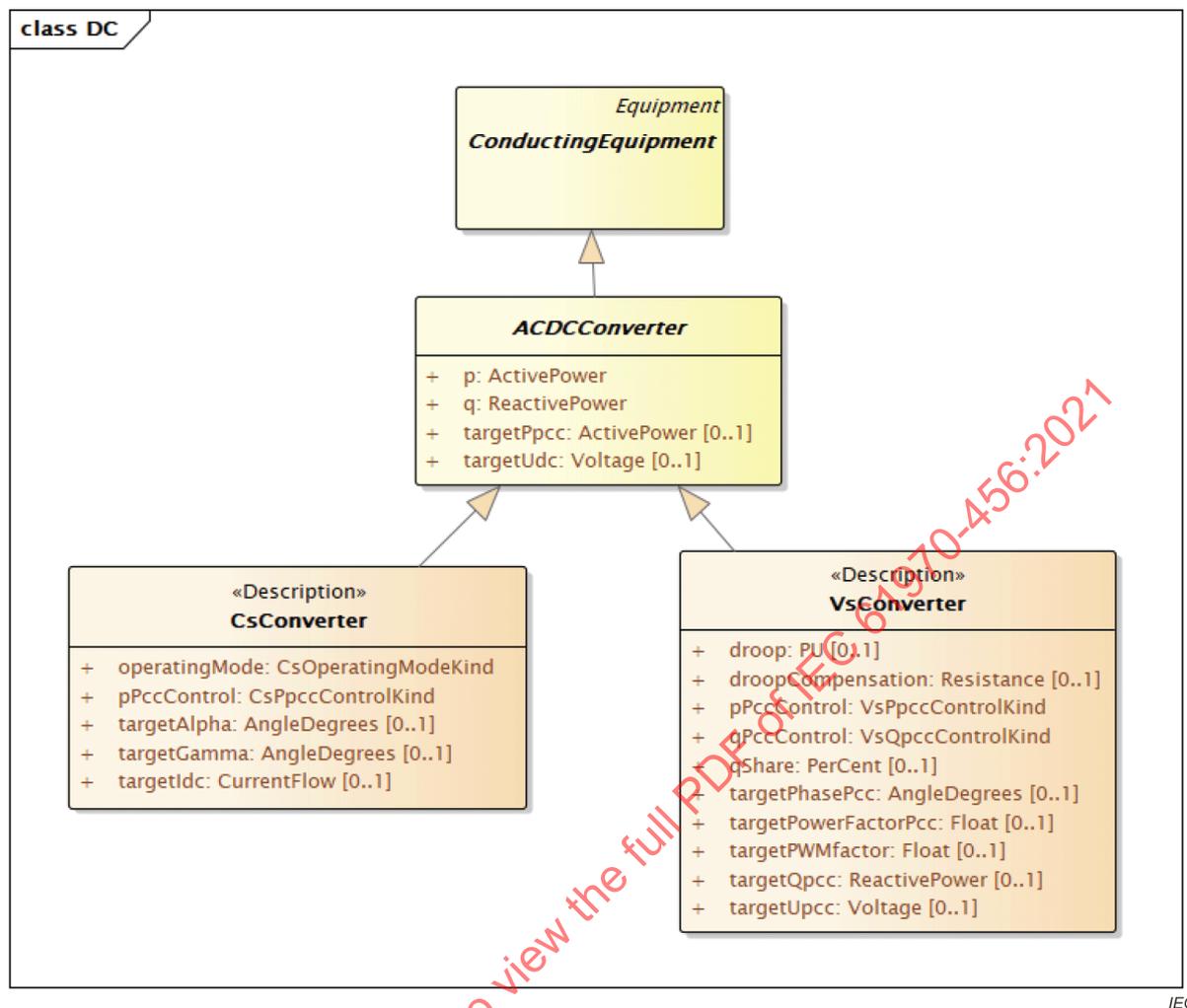


Figure 19 – Class diagram SteadyStateHypothesisProfile::DC

Figure 19: The diagram shows DC related classes included in the profile.

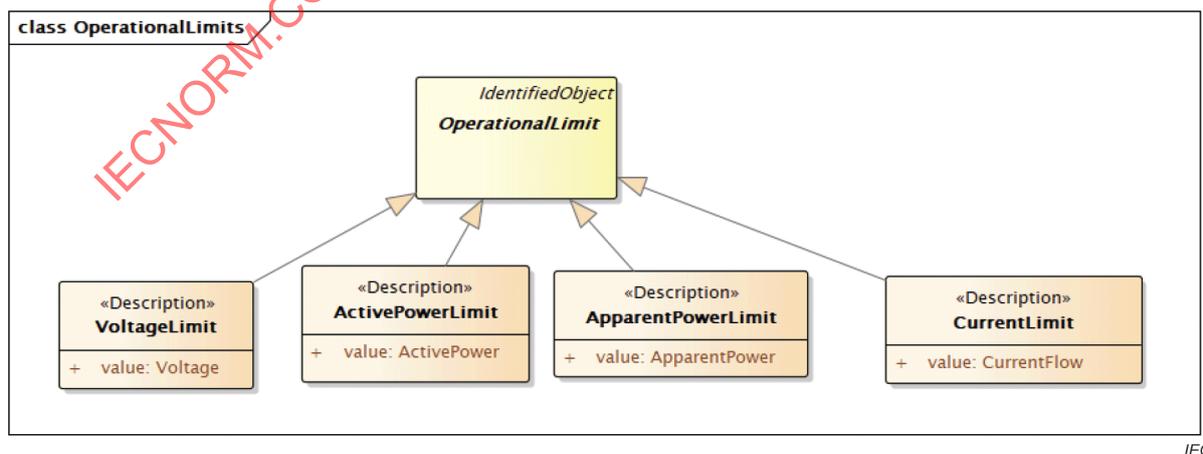
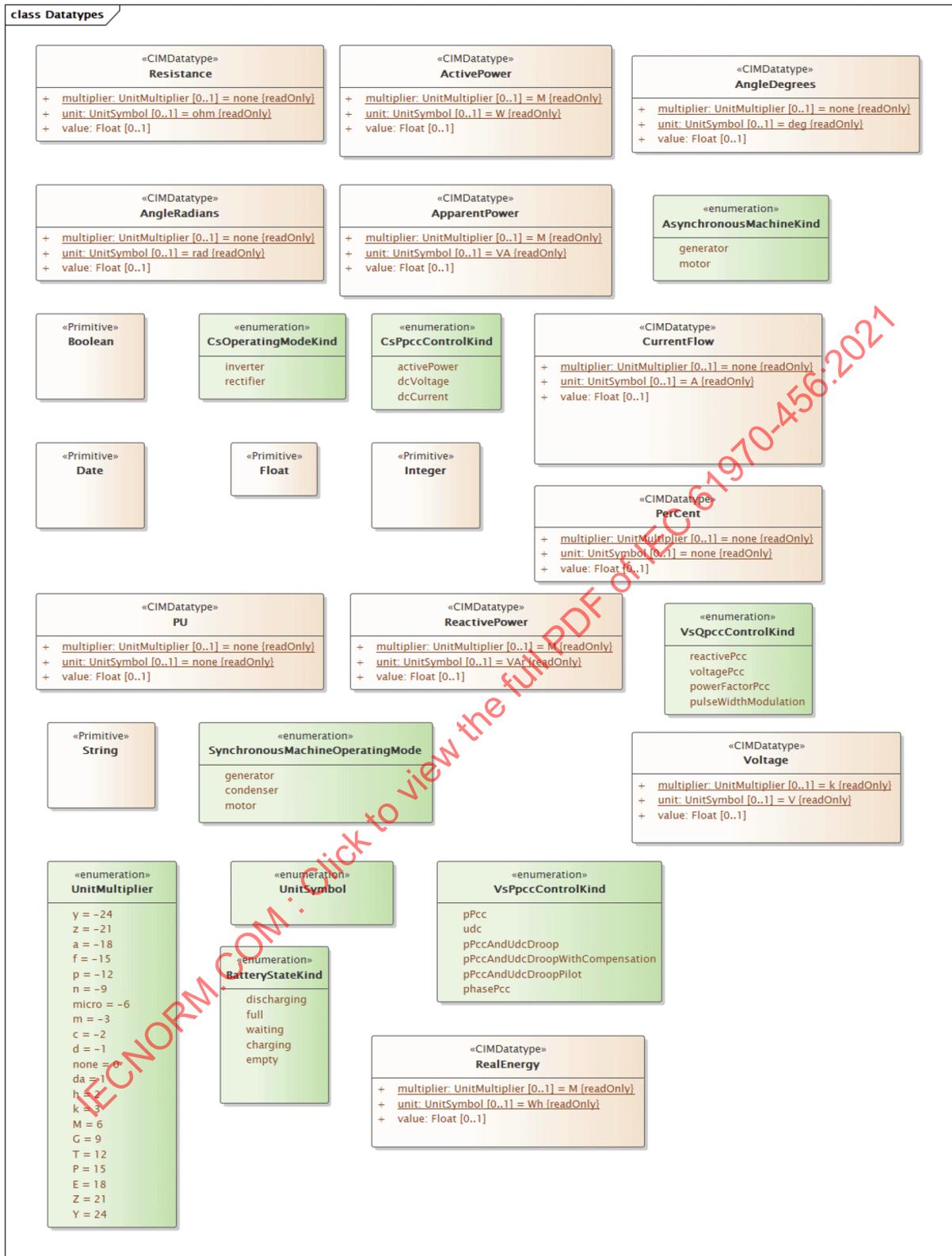


Figure 20 – Class diagram SteadyStateHypothesisProfile::OperationalLimits

Figure 20: This diagram shows operational limits as they tie back into the core model.



IEC

Figure 21 – Class diagram SteadyStateHypothesisProfile::Datatypes

Figure 21: The diagram shows datatypes that are used by classes in the profile. Stereotypes are used to describe the datatypes. The following stereotypes are defined:

- <<enumeration>> A list of permissible constant values.
- <<Primitive>> The most basic data types used to compose all other data types.

- <<CIMDatatype>> A datatype that contains a value attribute, an optional unit of measure and a unit multiplier. The unit and multiplier may be specified as a static variable initialized to the allowed value.
- <<Compound>> A composite of Primitive, enumeration, CIMDatatype or other Compound classes, as long as the Compound classes do not recurse.

For all datatypes both positive and negative values are allowed unless stated otherwise for a particular datatype.

8.2.2 (abstract) ACDCConverter

Inheritance path = [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Table 1 shows all attributes of ACDCConverter.

Table 1 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile:ACDCConverter

name	mult	type	description
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	0..1	ActivePower	Real power injection target in AC grid, at point of common coupling. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node.
targetUdc	0..1	Voltage	Target value for DC voltage magnitude. The attribute shall be a positive value.
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.3 (Description) ACDCConverterDCTerminal

Inheritance path = [DCBaseTerminal](#): [ACDCTerminal](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Table 2 shows all attributes of ACDCConverterDCTerminal.

Table 2 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ACDCConverterDCTerminal

name	mult	type	description
connected	1..1	Boolean	inherited from: ACDCTerminal
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.4 (abstract) ACDCTerminal

Inheritance path = [IdentifiedObject](#)

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

Table 3 shows all attributes of ACDCTerminal.

Table 3 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ACDCTerminal

name	mult	type	description
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.
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.5 (Description) ActivePowerLimit

Inheritance path = [OperationalLimit](#); [IdentifiedObject](#)

Limit on active power flow.

Table 4 shows all attributes of ActivePowerLimit.

Table 4 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ActivePowerLimit

name	mult	type	description
value	1..1	ActivePower	Value of active power limit. The attribute shall be a positive value or zero.
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.6 (Description) ApparentPowerLimit

Inheritance path = [OperationalLimit](#); [IdentifiedObject](#)

Apparent power limit.

Table 5 shows all attributes of ApparentPowerLimit.

Table 5 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ApparentPowerLimit

name	mult	type	description
value	1..1	ApparentPower	The apparent power limit. The attribute shall be a positive value or zero.
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.7 (Description) AsynchronousMachine

Inheritance path = [RotatingMachine](#): [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Table 6 shows all attributes of AsynchronousMachine.

Table 6 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::AsynchronousMachine

name	mult	type	description
asynchronousMachineType	1..1	AsynchronousMachineKind	Indicates the type of Asynchronous Machine (motor or generator).
p	1..1	ActivePower	inherited from: RotatingMachine
q	1..1	ReactivePower	inherited from: RotatingMachine
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.8 (Description) BatteryUnit

Inheritance path = [PowerElectronicsUnit](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

An electrochemical energy storage device.

Table 7 shows all attributes of BatteryUnit.

Table 7 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::BatteryUnit

name	mult	type	description
batteryState	1..1	BatteryStateKind	The current state of the battery (charging, full, etc.).
storedE	1..1	RealEnergy	Amount of energy currently stored. The attribute shall be a positive value or zero and lower than BatteryUnit.ratedE .
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.9 (Description) Breaker

Inheritance path = [ProtectedSwitch](#): [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Table 8 shows all attributes of Breaker.

Table 8 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Breaker

name	mult	type	description
open	1..1	Boolean	inherited from: Switch
locked	1..1	Boolean	inherited from: Switch
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.10 (abstract) ConductingEquipment

Inheritance path = [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

The parts of the AC power system that are designed to carry current or that are conductively connected through terminals.

Table 9 shows all attributes of ConductingEquipment.

Table 9 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ConductingEquipment

name	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.11 (Description) ConformLoad

Inheritance path = [EnergyConsumer](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 10 shows all attributes of ConformLoad.

Table 10 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ConformLoad

name	mult	type	description
p	1..1	ActivePower	inherited from: EnergyConsumer
q	1..1	ReactivePower	inherited from: EnergyConsumer
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.12 (Description) ControlArea

Inheritance path = [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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, power flow solution area interchange control specification, and input to load forecasting. All generation and load within the area defined by the terminals on the border are considered in the area interchange control. Note that any number of overlapping control area specifications can be superimposed on the physical model. The following general principles apply to ControlArea:

- 1) The control area orientation for net interchange is positive for an import, negative for an export.
- 2) The control area net interchange is determined by summing flows in Terminals. The Terminals are identified by creating a set of TieFlow objects associated with a ControlArea object. Each TieFlow object identifies one Terminal.
- 3) In a single network model, a tie between two control areas must be modelled in both control area specifications, such that the two representations of the tie flow sum to zero.
- 4) The normal orientation of Terminal flow is positive for flow into the conducting equipment that owns the Terminal. (i.e. flow from a bus into a device is positive.) However, the orientation of each flow in the control area specification must align with the control area convention, i.e. import is positive. If the orientation of the Terminal flow referenced by a TieFlow is positive into the control area, then this is confirmed by setting TieFlow.positiveFlowIn flag TRUE. If not, the orientation must be reversed by setting the TieFlow.positiveFlowIn flag FALSE.

Table 11 shows all attributes of ControlArea.

Table 11 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ControlArea

name	mult	type	description
netInterchange	1..1	ActivePower	The specified positive net interchange into the control area, i.e. positive sign means flow into the area.
pTolerance	0..1	ActivePower	Active power net interchange tolerance. The attribute shall be a positive value or zero.
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.13 (Description) CsConverter

Inheritance path = ACDCConverter: ConductingEquipment: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject

DC side of the current source converter (CSC).

The firing angle controls the DC voltage at the converter, both for rectifier and inverter. The difference between the DC voltages of the rectifier and inverter determines the DC current. The extinction angle is used to limit the DC voltage at the inverter, if needed, and is not used in active power control. The firing angle, transformer tap position and number of connected filters are the primary means to control a current source DC line. Higher level controls are built on top, e.g. DC voltage, DC current and active power. From a steady state perspective it is sufficient to specify the wanted active power transfer (ACDCConverter.targetPpcc) and the control functions will set the DC voltage, DC current, firing angle, transformer tap position and number of connected filters to meet this. Therefore attributes targetAlpha and targetGamma are not applicable in this case.

The reactive power consumed by the converter is a function of the firing angle, transformer tap position and number of connected filter, which can be approximated with half of the active power. The losses is a function of the DC voltage and DC current.

The attributes minAlpha and maxAlpha define the range of firing angles for rectifier operation between which no discrete tap changer action takes place. The range is typically 10 to 18 degrees.

The attributes minGamma and maxGamma define the range of extinction angles for inverter operation between which no discrete tap changer action takes place. The range is typically 17 to 20 degrees.

Table 12 shows all attributes of CsConverter.

Table 12 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::CsConverter

name	mult	type	description
operatingMode	1..1	CsOperatingModeKind	Indicates whether the DC pole is operating as an inverter or as a rectifier. It is converter's control variable used in power flow.
pPccControl	1..1	CsPpccControlKind	Kind of active power control.
targetAlpha	0..1	AngleDegrees	Target firing angle. It is converter's control variable used in power flow. It is only applicable for rectifier if continuous tap changer control is used. Allowed values are within the range minAlpha<=targetAlpha<=maxAlpha. The attribute shall be a positive value.
targetGamma	0..1	AngleDegrees	Target extinction angle. It is converter's control variable used in power flow. It is only applicable for inverter if continuous tap changer control is used. Allowed values are within the range minGamma<=targetGamma<=maxGamma. The attribute shall be a positive value.
targetIdc	0..1	CurrentFlow	DC current target value. It is converter's control variable used in power flow. The attribute shall be a positive value.
p	1..1	ActivePower	inherited from: ACDCCConverter
q	1..1	ReactivePower	inherited from: ACDCCConverter
targetPpcc	0..1	ActivePower	inherited from: ACDCCConverter
targetUdc	0..1	Voltage	inherited from: ACDCCConverter
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.14 (Description) CurrentLimit

Inheritance path = [OperationalLimit](#): [IdentifiedObject](#)

Operational limit on current.

Table 13 shows all attributes of CurrentLimit.

Table 13 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::CurrentLimit

name	mult	type	description
value	1..1	CurrentFlow	Limit on current flow. The attribute shall be a positive value or zero.
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.15 (abstract) DCBaseTerminal

Inheritance path = [ACDCTerminal](#): [IdentifiedObject](#)

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 requires that DC connections are distinct from AC connections.

Table 14 shows all attributes of DCBaseTerminal.

Table 14 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::DCBaseTerminal

name	mult	type	description
connected	1..1	Boolean	inherited from: ACDCTerminal
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.16 (Description) DCTerminal

Inheritance path = [DCBaseTerminal](#): [ACDCTerminal](#): [IdentifiedObject](#)

An electrical connection point to generic DC conducting equipment.

Table 15 shows all attributes of DCTerminal.

Table 15 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::DCTerminal

name	mult	type	description
connected	1..1	Boolean	inherited from: ACDCTerminal
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.17 (Description) Disconnecter

Inheritance path = [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Table 16 shows all attributes of Disconnecter.

Table 16 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Disconnecter

name	mult	type	description
open	1..1	Boolean	inherited from: Switch
locked	1..1	Boolean	inherited from: Switch
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.18 (Description) DisconnectingCircuitBreaker

Inheritance path = [Breaker](#): [ProtectedSwitch](#): [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

A circuit breaking device including disconnecting function, eliminating the need for separate disconnectors.

Table 17 shows all attributes of DisconnectingCircuitBreaker.

Table 17 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::DisconnectingCircuitBreaker

name	mult	type	description
open	1..1	Boolean	inherited from: Switch
locked	1..1	Boolean	inherited from: Switch
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.19 (abstract) EnergyConnection

Inheritance path = [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

A connection of energy generation or consumption on the power system model.

Table 18 shows all attributes of EnergyConnection.

Table 18 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::EnergyConnection

name	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.20 (Description) EnergyConsumer

Inheritance path = [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

EnergyConsumer.pfixed, .qfixed, .pfixedPct and .qfixedPct have meaning only if there is no LoadResponseCharacteristic associated with EnergyConsumer or if LoadResponseCharacteristic.exponentModel is set to False.

Table 19 shows all attributes of EnergyConsumer.

Table 19 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::EnergyConsumer

name	mult	type	description
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.
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.21 (Description) EnergySource

Inheritance path = [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#):
[PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 20 shows all attributes of EnergySource.

Table 20 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::EnergySource

name	mult	type	description
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.
voltageAngle	0..1	AngleRadians	Phase angle of a-phase open circuit used when voltage characteristics need to be imposed at the node associated with the terminal of the energy source, such as when voltages and angles from the transmission level are used as input to the distribution network. The attribute shall be a positive value or zero.
voltageMagnitude	0..1	Voltage	Phase-to-phase open circuit voltage magnitude used when voltage characteristics need to be imposed at the node associated with the terminal of the energy source, such as when voltages and angles from the transmission level are used as input to the distribution network. The attribute shall be a positive value or zero.
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.22 Equipment

Inheritance path = [PowerSystemResource: IdentifiedObject](#)

The parts of a power system that are physical devices, electronic or mechanical.

Table 21 shows all attributes of Equipment.

Table 21 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Equipment

name	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	Specifies the availability of the equipment. True means the equipment is available for topology processing, which determines if the equipment is energized or not. False means that the equipment is treated by network applications as if it is not in the model.
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.23 (abstract) EquivalentEquipment

Inheritance path = [ConductingEquipment: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject](#)

The class represents equivalent objects that are the result of a network reduction. The class is the base for equivalent objects of different types.

Table 22 shows all attributes of EquivalentEquipment.

Table 22 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::EquivalentEquipment

name	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.24 (Description) EquivalentInjection

Inheritance path = [EquivalentEquipment: ConductingEquipment: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject](#)

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

Table 23 shows all attributes of EquivalentInjection.

Table 23 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::EquivalentInjection

name	mult	type	description
regulationStatus	0..1	Boolean	Specifies the regulation status of the EquivalentInjection. True is regulating. False is not regulating.
regulationTarget	0..1	Voltage	The target voltage for voltage regulation. The attribute shall be a positive value.
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.
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.25 (Description) ExternalNetworkInjection

Inheritance path = [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 24 shows all attributes of ExternalNetworkInjection.

Table 24 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ExternalNetworkInjection

name	mult	type	description
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.
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.
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.26 (Description) Fuse

Inheritance path = [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

An overcurrent protective device with a circuit opening fusible part that is heated and severed by the passage of overcurrent through it. A fuse is considered a switching device because it breaks current.

Table 25 shows all attributes of Fuse.

Table 25 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Fuse

name	mult	type	description
open	1..1	Boolean	inherited from: Switch
locked	1..1	Boolean	inherited from: Switch
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.27 (Description) GeneratingUnit

Inheritance path = [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Table 26 shows all attributes of GeneratingUnit.

Table 26 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::GeneratingUnit

name	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	Generating unit economic participation factor. The sum of the participation factors across generating units does not have to sum to one. It is used for representing distributed slack participation factor. The attribute shall be a positive value or zero.
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.28 (Description) GroundDisconnector

Inheritance path = [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 27 shows all attributes of GroundDisconnector.

Table 27 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::GroundDisconnector

name	mult	type	description
open	1..1	Boolean	inherited from: Switch
locked	1..1	Boolean	inherited from: Switch
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.29 (Description) HydroGeneratingUnit

Inheritance path = [GeneratingUnit](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 28 shows all attributes of HydroGeneratingUnit.

Table 28 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::HydroGeneratingUnit

name	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	inherited from: GeneratingUnit
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.30 (abstract) IdentifiedObject root class

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

Table 29 shows all attributes of IdentifiedObject.

Table 29 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::IdentifiedObject

name	mult	type	description
mRID	1..1	String	<p>Master resource identifier issued by a model authority. The mRID is 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.</p> <p>For CIMXML data files in RDF syntax conforming to IEC 61970-552, the mRID is mapped to rdf:ID or rdf:about attributes that identify CIM object elements.</p>

8.2.31 (Description) Jumper

Inheritance path = [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

A short section of conductor with negligible impedance which can be manually removed and replaced if the circuit is de-energized. Note that zero-impedance branches can potentially be modelled by other equipment types.

Table 30 shows all attributes of Jumper.

Table 30 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Jumper

name	mult	type	description
open	1..1	Boolean	inherited from: Switch
locked	1..1	Boolean	inherited from: Switch
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.32 (Description) LinearShuntCompensator

Inheritance path = [ShuntCompensator](#): [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 31 shows all attributes of LinearShuntCompensator.

Table 31 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::LinearShuntCompensator

name	mult	type	description
sections	1..1	Float	inherited from: ShuntCompensator
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.33 (Description) LoadBreakSwitch

Inheritance path = [ProtectedSwitch](#): [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 32 shows all attributes of LoadBreakSwitch.

Table 32 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::LoadBreakSwitch

name	mult	type	description
open	1..1	Boolean	inherited from: Switch
locked	1..1	Boolean	inherited from: Switch
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.34 (Description) NonConformLoad

Inheritance path = [EnergyConsumer](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 33 shows all attributes of NonConformLoad.

Table 33 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::NonConformLoad

name	mult	type	description
p	1..1	ActivePower	inherited from: EnergyConsumer
q	1..1	ReactivePower	inherited from: EnergyConsumer
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.35 (Description) NonlinearShuntCompensator

Inheritance path = ShuntCompensator: RegulatingCondEq: EnergyConnection: ConductingEquipment: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject

A non linear shunt compensator has bank or section admittance values that differ. The attributes g, b, g0 and b0 of the associated NonlinearShuntCompensatorPoint describe the total conductance and admittance of a NonlinearShuntCompensatorPoint at a section number specified by NonlinearShuntCompensatorPoint.sectionNumber.

Table 34 shows all attributes of NonlinearShuntCompensator.

Table 34 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::NonlinearShuntCompensator

name	mult	type	description
sections	1..1	Float	inherited from: ShuntCompensator
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.36 (Description) NuclearGeneratingUnit

Inheritance path = GeneratingUnit: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject

A nuclear generating unit.

Table 35 shows all attributes of NuclearGeneratingUnit.

Table 35 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::NuclearGeneratingUnit

name	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	inherited from: GeneratingUnit
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.37 (abstract) OperationalLimit

Inheritance path = IdentifiedObject

A value and normal value associated with a specific kind of limit.

The sub class value and normalValue attributes vary inversely to the associated OperationalLimitType.acceptableDuration (acceptableDuration for short).

If a particular piece of equipment has multiple operational limits of the same kind (apparent power, current, etc.), the limit with the greatest acceptableDuration shall have the smallest limit value and the limit with the smallest acceptableDuration shall have the largest limit value. Note: A large current can only be allowed to flow through a piece of equipment for a short duration without causing damage, but a lesser current can be allowed to flow for a longer duration.

Table 36 shows all attributes of OperationalLimit.

Table 36 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::OperationalLimit

name	mult	type	description
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.38 (abstract) PhaseTapChanger

Inheritance path = TapChanger: PowerSystemResource: IdentifiedObject

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.

Table 37 shows all attributes of PhaseTapChanger.

Table 37 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChanger

name	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: TapChanger
step	1..1	Float	inherited from: TapChanger
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.39 (Description) PhaseTapChangerAsymmetrical

Inheritance path = PhaseTapChangerNonLinear: PhaseTapChanger: TapChanger: PowerSystemResource: IdentifiedObject

Describes the tap model for an asymmetrical phase shifting transformer in which the difference voltage vector adds to the in-phase winding. The out-of-phase winding is the transformer end where the tap changer is located. The angle between the in-phase and out-of-phase windings is named the winding connection angle. The phase shift depends on both the difference voltage magnitude and the winding connection angle.

Table 38 shows all attributes of PhaseTapChangerAsymmetrical.

Table 38 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerAsymmetrical

name	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: TapChanger
step	1..1	Float	inherited from: TapChanger
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.40 (Description) PhaseTapChangerLinear

Inheritance path = [PhaseTapChanger](#): [TapChanger](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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 voltage magnitude of both sides is the same.

Table 39 shows all attributes of `PhaseTapChangerLinear`.

Table 39 – Attributes of `SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerLinear`

name	mult	type	description
<code>controlEnabled</code>	1..1	Boolean	inherited from: TapChanger
<code>step</code>	1..1	Float	inherited from: TapChanger
<code>mRID</code>	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.41 (abstract) PhaseTapChangerNonLinear

Inheritance path = [PhaseTapChanger](#): [TapChanger](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

The non-linear phase tap changer describes the non-linear behaviour 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.

Table 40 shows all attributes of `PhaseTapChangerNonLinear`.

Table 40 – Attributes of `SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerNonLinear`

name	mult	type	description
<code>controlEnabled</code>	1..1	Boolean	inherited from: TapChanger
<code>step</code>	1..1	Float	inherited from: TapChanger
<code>mRID</code>	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.42 (Description) PhaseTapChangerSymmetrical

Inheritance path = [PhaseTapChangerNonLinear](#): [PhaseTapChanger](#): [TapChanger](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Describes a symmetrical phase shifting transformer tap model in which the voltage magnitude of both sides is the same. 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.

Table 41 shows all attributes of `PhaseTapChangerSymmetrical`.

Table 41 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerSymmetrical

name	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: TapChanger
step	1..1	Float	inherited from: TapChanger
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.43 (Description) PhaseTapChangerTabular

Inheritance path = PhaseTapChanger: TapChanger: PowerSystemResource: IdentifiedObject

Describes a tap changer with a table defining the relation between the tap step and the phase angle difference across the transformer.

Table 42 shows all attributes of PhaseTapChangerTabular.

Table 42 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerTabular

name	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: TapChanger
step	1..1	Float	inherited from: TapChanger
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.44 (Description) PowerElectronicsConnection

Inheritance path = RegulatingCondEq: EnergyConnection: ConductingEquipment: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject

A connection to the AC network for energy production or consumption that uses power electronics rather than rotating machines.

Table 43 shows all attributes of PowerElectronicsConnection.

Table 43 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PowerElectronicsConnection

name	mult	type	description
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.
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.45 (abstract) PowerElectronicsUnit

Inheritance path = [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

A generating unit or battery or aggregation that connects to the AC network using power electronics rather than rotating machines.

Table 44 shows all attributes of PowerElectronicsUnit.

Table 44 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PowerElectronicsUnit

name	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.46 (abstract) PowerSystemResource

Inheritance path = [IdentifiedObject](#)

A power system resource (PSR) can be an item of equipment such as a switch, an equipment container containing many individual items of equipment such as a substation, or an organisational entity such as sub-control area. Power system resources can have measurements associated.

Table 45 shows all attributes of PowerSystemResource.

Table 45 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PowerSystemResource

name	mult	type	description
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.47 (abstract) ProtectedSwitch

Inheritance path = [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 46 shows all attributes of ProtectedSwitch.

Table 46 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ProtectedSwitch

name	mult	type	description
open	1..1	Boolean	inherited from: Switch
locked	1..1	Boolean	inherited from: Switch
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.48 (Description) RatioTapChanger

Inheritance path = [TapChanger](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Angle sign convention (general): Positive value indicates a positive phase shift from the winding where the tap is located to the other winding (for a two-winding transformer).

Table 47 shows all attributes of RatioTapChanger.

Table 47 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::RatioTapChanger

name	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: TapChanger
step	1..1	Float	inherited from: TapChanger
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.49 (abstract,Description) RegulatingCondEq

Inheritance path = [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 48 shows all attributes of RegulatingCondEq.

Table 48 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::RegulatingCondEq

name	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	Specifies the regulation status of the equipment. True is regulating, false is not regulating.
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.50 (Description) RegulatingControl

Inheritance path = [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

The specified terminal shall be associated with the connectivity node of the controlled point. The most specific subtype of RegulatingControl shall be used in case such equipment participate 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.

The attribute `minAllowedTargetValue` and `maxAllowedTargetValue` are required in the following cases:

- For a power generating module operated in power factor control mode to specify maximum and minimum power factor values;
- Whenever it is necessary to have an off center target voltage for the tap changer regulator. For instance, due to long cables to off shore wind farms and the need to have a simpler setup at the off shore transformer platform, the voltage is controlled from the land at the connection point for the off shore wind farm. Since there usually is a voltage rise along the cable, there is typical overvoltage of up to 3 to 4 kV compared to the on shore station. Thus in normal operation the tap changer on the on shore station is operated with a target set point, which is in the lower parts of the dead band.

The attributes `minAllowedTargetValue` and `maxAllowedTargetValue` are not related to the attribute `targetDeadband` and thus they are not treated as an alternative of the `targetDeadband`. They are needed due to limitations in the local substation controller. The attribute `targetDeadband` is used to prevent the power flow from move the tap position in circles (hunting) that is to be used regardless of the attributes `minAllowedTargetValue` and `maxAllowedTargetValue`.

Table 49 shows all attributes of `RegulatingControl`.

Table 49 – Attributes of `SteadyStateHypothesisProfile::RegulatingControl`

name	mult	type	description
<code>discrete</code>	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.
<code>enabled</code>	1..1	Boolean	The flag tells if regulation is enabled.
<code>targetDeadband</code>	0..1	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. The attribute shall be a positive value or zero. If <code>RegulatingControl.discrete</code> is set to "false", the <code>RegulatingControl.targetDeadband</code> is to be ignored. Note that for instance, if the <code>targetValue</code> is 100 kV and the <code>targetDeadband</code> is 2 kV the range is from 99 to 101 kV.
<code>targetValue</code>	1..1	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.
<code>targetValueUnitMultiplier</code>	1..1	UnitMultiplier	Specify the multiplier for used for the <code>targetValue</code> .
<code>maxAllowedTargetValue</code>	0..1	Float	Maximum allowed target value (<code>RegulatingControl.targetValue</code>).
<code>minAllowedTargetValue</code>	0..1	Float	Minimum allowed target value (<code>RegulatingControl.targetValue</code>).
<code>mRID</code>	1..1	String	inherited from: <code>IdentifiedObject</code>

8.2.51 (abstract) `RotatingMachine`

Inheritance path = `RegulatingCondEq`: `EnergyConnection`: `ConductingEquipment`: `Equipment`: `PowerSystemResource`: `IdentifiedObject`

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

Table 50 shows all attributes of RotatingMachine.

Table 50 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::RotatingMachine

name	mult	type	description
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.
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.52 (abstract) ShuntCompensator

Inheritance path = [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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 bPerSection indicates that the compensator is a reactor. ShuntCompensator is a single terminal device. Ground is implied.

Table 51 shows all attributes of ShuntCompensator.

Table 51 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ShuntCompensator

name	mult	type	description
sections	1..1	Float	Shunt compensator sections in use. Starting value for steady state solution. The attribute shall be a positive value or zero. 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. For LinearShuntCompensator the value shall be between zero and ShuntCompensator.maximumSections. At value zero the shunt compensator conductance and admittance is zero. Linear interpolation of conductance and admittance between the previous and next integer section is applied in case of non-integer values. For NonlinearShuntCompensator-s shall only be set to one of the NonlinearShuntCompensatorPoint.sectionNumber. There is no interpolation between NonlinearShuntCompensatorPoint-s.
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.53 (Description) SolarGeneratingUnit

Inheritance path = [GeneratingUnit](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

A solar thermal generating unit, connected to the grid by means of a rotating machine. This class does not represent photovoltaic (PV) generation.

Table 52 shows all attributes of SolarGeneratingUnit.

Table 52 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::SolarGeneratingUnit

name	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	inherited from: GeneratingUnit
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.54 (Description) StaticVarCompensator

Inheritance path = [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Table 53 shows all attributes of StaticVarCompensator.

Table 53 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::StaticVarCompensator

name	mult	type	description
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.
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.55 (Description) StationSupply

Inheritance path = [EnergyConsumer](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Station supply with load derived from the station output.

Table 54 shows all attributes of StationSupply.

Table 54 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::StationSupply

name	mult	type	description
p	1..1	ActivePower	inherited from: EnergyConsumer
q	1..1	ReactivePower	inherited from: EnergyConsumer
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.56 (Description) Switch

Inheritance path = [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

A generic device designed to close, or open, or both, one or more electric circuits. All switches are two terminal devices including grounding switches. The ACDCTerminal connected at the two sides of the switch shall not be considered for assessing switch connectivity, i.e. only Switch.open, .normalOpen and .locked are relevant.

Table 55 shows all attributes of Switch.

Table 55 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Switch

name	mult	type	description
open	1..1	Boolean	The attribute tells if the switch is considered open when used as input to topology processing.
locked	1..1	Boolean	If true, the switch is locked. The resulting switch state is a combination of locked and Switch.open attributes as follows: - locked=true and Switch.open=true. The resulting state is open and locked; - locked=false and Switch.open=true. The resulting state is open; - locked=false and Switch.open=false. The resulting state is closed.
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.57 (Description) SynchronousMachine

Inheritance path = [RotatingMachine](#): [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Table 56 shows all attributes of SynchronousMachine.

Table 56 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::SynchronousMachine

name	mult	type	description
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.
p	1..1	ActivePower	inherited from: RotatingMachine
q	1..1	ReactivePower	inherited from: RotatingMachine
controlEnabled	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.58 (abstract) TapChanger

Inheritance path = [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Mechanism for changing transformer winding tap positions.

Table 57 shows all attributes of TapChanger.

Table 57 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::TapChanger

name	mult	type	description
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 changer has yet been designed, a solution where a narrow voltage band forces the tap step to oscillate or to accommodate for a continuous solution as input. The attribute shall be equal to or greater than lowStep and equal to or less than highStep.
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.59 (Description) TapChangerControl

Inheritance path = [RegulatingControl](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Table 58 shows all attributes of TapChangerControl.

Table 58 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::TapChangerControl

name	mult	type	description
discrete	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingControl
enabled	1..1	Boolean	inherited from: RegulatingControl
targetDeadband	0..1	Float	inherited from: RegulatingControl
targetValue	1..1	Float	inherited from: RegulatingControl
targetValueUnitMultiplier	1..1	UnitMultiplier	inherited from: RegulatingControl
maxAllowedTargetValue	0..1	Float	inherited from: RegulatingControl
minAllowedTargetValue	0..1	Float	inherited from: RegulatingControl
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.60 (Description) Terminal

Inheritance path = [ACDCTerminal](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 59 shows all attributes of Terminal.

Table 59 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Terminal

name	mult	type	description
connected	1..1	Boolean	inherited from: ACDCTerminal
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.61 (Description) ThermalGeneratingUnit

Inheritance path = [GeneratingUnit](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Table 60 shows all attributes of ThermalGeneratingUnit.

Table 60 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ThermalGeneratingUnit

name	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	inherited from: GeneratingUnit
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.62 (Description) VoltageLimit

Inheritance path = [OperationalLimit](#): [IdentifiedObject](#)

Operational limit applied to voltage.

The use of operational VoltageLimit is preferred instead of limits defined at VoltageLevel. The operational VoltageLimits are used, if present.

Table 61 shows all attributes of VoltageLimit.

Table 61 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::VoltageLimit

name	mult	type	description
value	1..1	Voltage	Limit on voltage. High or low limit nature of the limit depends upon the properties of the operational limit type. The attribute shall be a positive value or zero.
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.63 (Description) VsConverter

Inheritance path = ACDCConverter: ConductingEquipment: Equipment:
PowerSystemResource: IdentifiedObject

DC side of the voltage source converter (VSC).

Table 62 shows all attributes of VsConverter.

Table 62 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::VsConverter

name	mult	type	description
droop	0..1	PU	Droop constant. The pu value is obtained as $D [kV/MW] \times S_b / U_{bdc}$. The attribute shall be a positive value.
droopCompensation	0..1	Resistance	Compensation constant. Used to compensate for voltage drop when controlling voltage at a distant bus. The attribute shall be a positive value.
pPccControl	1..1	VsPpccControlKind	Kind of control of real power and/or DC voltage.
qPccControl	1..1	VsQpccControlKind	Kind of reactive power control.
qShare	0..1	PerCent	Reactive power sharing factor among parallel converters on Uac control. The attribute shall be a positive value or zero.
targetQpcc	0..1	ReactivePower	Reactive power injection target in AC grid, at point of common coupling. Load sign convention is used, i.e. positive sign means flow out from a node.
targetUpcc	0..1	Voltage	Voltage target in AC grid, at point of common coupling. The attribute shall be a positive value.
targetPowerFactorPcc	0..1	Float	Power factor target at the AC side, at point of common coupling. The attribute shall be a positive value.
targetPhasePcc	0..1	AngleDegrees	Phase target at AC side, at point of common coupling. The attribute shall be a positive value.
targetPWMfactor	0..1	Float	Magnitude of pulse-modulation factor. The attribute shall be a positive value.
p	1..1	ActivePower	inherited from: ACDCConverter
q	1..1	ReactivePower	inherited from: ACDCConverter
targetPpcc	0..1	ActivePower	inherited from: ACDCConverter
targetUdc	0..1	Voltage	inherited from: ACDCConverter
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.64 (Description) WindGeneratingUnit

Inheritance path = [GeneratingUnit](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

A wind driven generating unit, connected to the grid by means of a rotating machine. May be used to represent a single turbine or an aggregation.

Table 63 shows all attributes of WindGeneratingUnit.

Table 63 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::WindGeneratingUnit

name	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	inherited from: GeneratingUnit
inService	1..1	Boolean	inherited from: Equipment
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.2.65 AsynchronousMachineKind enumeration

Kind of Asynchronous Machine.

Table 64 shows all literals of AsynchronousMachineKind.

Table 64 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::AsynchronousMachineKind

literal	value	description
generator		The Asynchronous Machine is a generator.
motor		The Asynchronous Machine is a motor.

8.2.66 BatteryStateKind enumeration

The state of the battery unit.

Table 65 shows all literals of BatteryStateKind.

Table 65 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::BatteryStateKind

literal	value	description
discharging		Stored energy is decreasing.
full		Unable to charge, and not discharging.
waiting		Neither charging nor discharging, but able to do so.
charging		Stored energy is increasing.
empty		Unable to discharge, and not charging.

8.2.67 CsOperatingModeKind enumeration

Operating mode for HVDC line operating as Current Source Converter.

Table 66 shows all literals of CsOperatingModeKind.

Table 66 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::CsOperatingModeKind

literal	value	description
inverter		Operating as inverter, which is the power receiving end.
rectifier		Operating as rectifier, which is the power sending end.

8.2.68 CsPpccControlKind enumeration

Active power control modes for HVDC line operating as Current Source Converter.

Table 67 shows all literals of CsPpccControlKind.

Table 67 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::CsPpccControlKind

literal	value	description
activePower		Control is active power control at AC side, at point of common coupling. Target is provided by <code>ACDCConverter.targetPpcc</code> .
dcVoltage		Control is DC voltage with target value provided by <code>ACDCConverter.targetUdc</code> .
dcCurrent		Control is DC current with target value provided by <code>CsConverter.targetIdc</code> .

8.2.69 SynchronousMachineOperatingMode enumeration

Synchronous machine operating mode.

Table 68 shows all literals of SynchronousMachineOperatingMode.

Table 68 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::SynchronousMachineOperatingMode

literal	value	description
generator		Operating as generator.
condenser		Operating as condenser.
motor		Operating as motor.

8.2.70 UnitMultiplier enumeration

The unit multipliers defined for the CIM. When applied to unit symbols, the unit symbol is treated as a derived unit. Regardless of the contents of the unit symbol text, the unit symbol shall be treated as if it were a single-character unit symbol. Unit symbols should not contain multipliers, and it should be left to the multiplier to define the multiple for an entire data type.

For example, if a unit symbol is "m2Pers" and the multiplier is "k", then the value is $k(m^{**2}/s)$, and the multiplier applies to the entire final value, not to any individual part of the value. This can be conceptualized by substituting a derived unit symbol for the unit type. If one imagines that the symbol "P" represents the derived unit "m2Pers", then applying the multiplier "k" can be conceptualized simply as "kP".

For example, the SI unit for mass is "kg" and not "g". If the unit symbol is defined as "kg", then the multiplier is applied to "kg" as a whole and does not replace the "k" in front of the "g". In this case, the multiplier of "m" would be used with the unit symbol of "kg" to represent one gram. As a text string, this violates the instructions in IEC 80000-1. However, because the unit symbol in CIM is treated as a derived unit instead of as an SI unit, it makes more sense to conceptualize the "kg" as if it were replaced by one of the proposed replacements for the SI mass symbol. If one imagines that the "kg" were replaced by a symbol "P", then it is easier to conceptualize the multiplier "m" as creating the proper unit "mP", and not the forbidden unit "mkg".

Table 69 shows all literals of UnitMultiplier.

Table 69 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::UnitMultiplier

literal	value	description
y	-24	Yocto 10** ⁻²⁴ .
z	-21	Zepto 10** ⁻²¹ .
a	-18	Atto 10** ⁻¹⁸ .
f	-15	Femto 10** ⁻¹⁵ .
p	-12	Pico 10** ⁻¹² .
n	-9	Nano 10** ⁻⁹ .
micro	-6	Micro 10** ⁻⁶ .
m	-3	Milli 10** ⁻³ .
c	-2	Centi 10** ⁻² .
d	-1	Deci 10** ⁻¹ .
none	0	No multiplier or equivalently multiply by 1.
da	1	Deca 10** ¹ .
h	2	Hecto 10** ² .
k	3	Kilo 10** ³ .
M	6	Mega 10** ⁶ .
G	9	Giga 10** ⁹ .
T	12	Tera 10** ¹² .
P	15	Peta 10** ¹⁵ .
E	18	Exa 10** ¹⁸ .
Z	21	Zetta 10** ²¹ .
Y	24	Yotta 10** ²⁴ .

8.2.71 UnitSymbol enumeration

The derived units defined for usage in the CIM. In some cases, the derived unit is equal to an SI unit. Whenever possible, the standard derived symbol is used instead of the formula for the derived unit. For example, the unit symbol Farad is defined as "F" instead of "CPerV". In cases where a standard symbol does not exist for a derived unit, the formula for the unit is used as the unit symbol. For example, density does not have a standard symbol and so it is represented as "kgPerm3". With the exception of the "kg", which is an SI unit, the unit symbols do not contain multipliers and therefore represent the base derived unit to which a multiplier can be applied as a whole.

Every unit symbol is treated as an unparseable text as if it were a single-letter symbol. The meaning of each unit symbol is defined by the accompanying descriptive text and not by the text contents of the unit symbol.

To allow the widest possible range of serializations without requiring special character handling, several substitutions are made which deviate from the format described in IEC 80000-1. The division symbol "/" is replaced by the letters "Per". Exponents are written in plain text after the unit as "m3" instead of being formatted as "m" with a superscript of 3 or introducing a symbol as in "m^3". The degree symbol "°" is replaced with the letters "deg". Any clarification of the meaning for a substitution is included in the description for the unit symbol.

Non-SI units are included in list of unit symbols to allow sources of data to be correctly labelled with their non-SI units (for example, a GPS sensor that is reporting numbers that represent feet instead of meters). This allows software to use the unit symbol information correctly convert and scale the raw data of those sources into SI-based units.

The integer values are used for harmonization with IEC 61850.

Table 70 shows all literals of UnitSymbol.

Table 70 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::UnitSymbol

literal	value	description
none	0	Dimension less quantity, e.g. count, per unit, etc.
m	2	Length in metres.
kg	3	Mass in kilograms. Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
s	4	Time in seconds.
A	5	Current in amperes.
K	6	Temperature in kelvins.
mol	7	Amount of substance in moles.
cd	8	Luminous intensity in candelas.
deg	9	Plane angle in degrees.
rad	10	Plane angle in radians (m/m).
sr	11	Solid angle in steradians (m ² /m ²).
Gy	21	Absorbed dose in grays (J/kg).
Bq	22	Radioactivity in becquerels (1/s).
degC	23	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. The reason for not using °C is that the special character ° is difficult to manage in software.
Sv	24	Dose equivalent in sieverts (J/kg).
F	25	Electric capacitance in farads (C/V).
C	26	Electric charge in coulombs (A·s).
S	27	Conductance in siemens.
H	28	Electric inductance in henrys (Wb/A).
V	29	Electric potential in volts (W/A).
ohm	30	Electric resistance in ohms (V/A).
J	31	Energy in joules (N·m = C·V = W·s).
N	32	Force in newtons (kg·m/s ²).
Hz	33	Frequency in hertz (1/s).
lx	34	Illuminance in lux (lm/m ²).

literal	value	description
lm	35	Luminous flux in lumens (cd·sr).
Wb	36	Magnetic flux in webers (V·s).
T	37	Magnetic flux density in teslas (Wb/m ²).
W	38	Real power in watts (J/s). Electrical power may have real and reactive components. The real portion of electrical power (I^2R or $VI\cos(\phi)$), is expressed in Watts. See also apparent power and reactive power.
Pa	39	Pressure in pascals (N/m ²). Note: the absolute or relative measurement of pressure is implied with this entry. See below for more explicit forms.
m ²	41	Area in square metres (m ²).
m ³	42	Volume in cubic metres (m ³).
mPers	43	Velocity in metres per second (m/s).
mPers ²	44	Acceleration in metres per second squared (m/s ²).
m ³ Pers	45	Volumetric flow rate in cubic metres per second (m ³ /s).
mPerm ³	46	Fuel efficiency in metres per cubic metres (m/m ³).
kgm	47	Moment of mass in kilogram metres (kg·m) (first moment of mass). Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
kgPerm ³	48	Density in kilogram/cubic metres (kg/m ³). Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
m ² Pers	49	Viscosity in square metres / second (m ² /s).
WPermK	50	Thermal conductivity in watt/metres kelvin.
JPerK	51	Heat capacity in joules/kelvin.
ppm	52	Concentration in parts per million.
rotPers	53	Rotations per second (1/s). See also Hz (1/s).
radPers	54	Angular velocity in radians per second (rad/s).
WPerm ²	55	Heat flux density, irradiance, watts per square metre.
JPerm ²	56	Insulation energy density, joules per square metre or watt second per square metre.
SPerm	57	Conductance per length (F/m).
KPers	58	Temperature change rate in kelvins per second.
PaPers	59	Pressure change rate in pascals per second.
JPerkgK	60	Specific heat capacity, specific entropy, joules per kilogram Kelvin.
VA	61	Apparent power in volt amperes. See also real power and reactive power.

literal	value	description
VAr	63	Reactive power in volt amperes reactive. The "reactive" or "imaginary" component of electrical power ($V I \sin(\phi)$). (See also real power and apparent power). Note: Different meter designs use different methods to arrive at their results. Some meters may compute reactive power as an arithmetic value, while others compute the value vectorially. The data consumer should determine the method in use and the suitability of the measurement for the intended purpose.
cosPhi	65	Power factor, dimensionless. NOTE 1 This definition of power factor only holds for balanced systems. See the alternative definition under code 153. NOTE 2 Beware of differing sign conventions in use between the IEC and IEEE. It is assumed that the data consumer understands the type of meter in use and the sign convention in use by the utility.
Vs	66	Volt seconds ($W s/A$).
V2	67	Volt squared (W^2/A^2).
As	68	Ampere seconds ($A \cdot s$).
A2	69	Amperes squared (A^2).
A2s	70	Ampere squared time in square amperes ($A^2 s$).
VAh	71	Apparent energy in volt ampere hours.
Wh	72	Real energy in watt hours.
VArh	73	Reactive energy in volt ampere reactive hours.
VPerHz	74	Magnetic flux in volt per hertz.
HzPers	75	Rate of change of frequency in hertz per second.
character	76	Number of characters.
charPers	77	Data rate (baud) in characters per second.
kgm2	78	Moment of mass in kilogram square metres ($kg \cdot m^2$) (Second moment of mass, commonly called the moment of inertia). NOTE multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
dB	79	Sound pressure level in decibels. NOTE multiplier "d" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
WPers	81	Ramp rate in watts per second.
IPers	82	Volumetric flow rate in litres per second.
dBm	83	Power level (logarithmic ratio of signal strength, Bel-mW), normalized to 1mW. Note: multiplier "d" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
h	84	Time in hours, hour = 60 min = 3 600 s.
min	85	Time in minutes, minute = 60 s.
Q	100	Quantity power, Q.
Qh	101	Quantity energy, Qh.
ohmm	102	Resistivity, ohm metres, (ρ).
APerm	103	A/m, magnetic field strength, amperes per metre.
V2h	104	Volt-squared hour, volt-squared-hours.
A2h	105	Ampere-squared hour, ampere-squared hour.

literal	value	description
Ah	106	Ampere-hours, ampere-hours.
count	111	Amount of substance, Counter value.
ft3	119	Volume, cubic feet.
m3Perh	125	Volumetric flow rate, cubic metres per hour.
gal	128	Volume in gallons, US gallon (1 gal = 231 in ³ = 128 fl ounce).
Btu	132	Energy, British Thermal Units.
l	134	Volume in litres, litre = dm ³ = m ³ /1 000.
lPerh	137	Volumetric flow rate, litres per hour.
lPerl	143	Concentration, The ratio of the volume of a solute divided by the volume of the solution. Note: Users may need use a prefix such a 'µ' to express a quantity such as 'µL/L'.
gPerg	144	Concentration, The ratio of the mass of a solute divided by the mass of the solution. Note: Users may need use a prefix such a 'µ' to express a quantity such as 'µg/g'.
molPerm3	145	Concentration, The amount of substance concentration, (c), the amount of solvent in moles divided by the volume of solution in m ³ .
molPermol	146	Concentration, Molar fraction, the ratio of the molar amount of a solute divided by the molar amount of the solution.
molPerkg	147	Concentration, Molality, the amount of solute in moles and the amount of solvent in kilograms.
sPers	149	Time, Ratio of time. Note: Users may need to supply a prefix such as 'µ' to show rates such as 'µs/s'.
HzPerHz	150	Frequency, rate of frequency change. Note: Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mHz/Hz'.
VPerV	151	Voltage, ratio of voltages. Note: Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mV/V'.
APerA	152	Current, ratio of amperages. Note: Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mA/A'.
VPerVA	153	Power factor, PF, the ratio of the active power to the apparent power. Note: The sign convention used for power factor will differ between IEC meters and EEI (ANSI) meters. It is assumed that the data consumers understand the type of meter being used and agree on the sign convention in use at any given utility.
rev	154	Amount of rotation, revolutions.
kat	158	Catalytic activity, katal = mol / s.
JPerkg	165	Specific energy, Joules / kg.
m3Uncompensated	166	Volume, cubic metres, with the value uncompensated for weather effects.
m3Compensated	167	Volume, cubic metres, with the value compensated for weather effects.
WPerW	168	Signal Strength, ratio of power. Note: Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mW/W'.
therm	169	Energy, therms.
onePerm	173	Wavenumber, reciprocal metres, (1/m).

literal	value	description
m3Perkg	174	Specific volume, cubic metres per kilogram, v.
Pas	175	Dynamic viscosity, pascal seconds.
Nm	176	Moment of force, newton metres.
NPerm	177	Surface tension, newton per metre.
radPers2	178	Angular acceleration, radians per second squared.
JPerm3	181	Energy density, joules per cubic metre.
VPerm	182	Electric field strength, volts per metre.
CPerm3	183	Electric charge density, coulombs per cubic metre.
CPerm2	184	Surface charge density, coulombs per square metre.
FPerm	185	Permittivity, farads per metre.
HPerm	186	Permeability, henrys per metre.
JPermol	187	Molar energy, joules per mole.
JPermolK	188	Molar entropy, molar heat capacity, joules per mole kelvin.
CPerkg	189	Exposure (x rays), coulombs per kilogram.
GyPers	190	Absorbed dose rate, grays per second.
WPersr	191	Radiant intensity, watts per steradian.
WPerm2sr	192	Radiance, watts per square metre steradian.
katPerm3	193	Catalytic activity concentration, katals per cubic metre.
d	195	Time in days, day = 24 h = 86 400 s.
anglemin	196	Plane angle, minutes.
anglesec	197	Plane angle, seconds.
ha	198	Area, hectares.
tonne	199	Mass in tons, "tonne" or "metric ton" (1 000 kg = 1 Mg).
bar	214	Pressure in bars, (1 bar = 100 kPa).
mmHg	215	Pressure, millimetres of mercury (1 mmHg is approximately 133,3 Pa).
M	217	Length, nautical miles (1 M = 1 852 m).
kn	219	Speed, knots (1 kn = 1 852/3 600) m/s.
Mx	276	Magnetic flux, maxwells (1 Mx = 10 ⁻⁸ Wb).
G	277	Magnetic flux density, gaussses (1 G = 10 ⁻⁴ T).
Oe	278	Magnetic field in oersteds, (1 Oe = (103/4π) A/m).
Vh	280	Volt-hour, Volt hours.
WPerA		Active power per current flow, watts per Ampere.
onePerHz		Reciprocal of frequency (1/Hz).
VPerVAr		Power factor, PF, the ratio of the active power to the apparent power. NOTE The sign convention used for power factor will differ between IEC meters and EEI (ANSI) meters. It is assumed that the data consumers understand the type of meter being used and agree on the sign convention in use at any given utility.
ohmPerm	86	Electric resistance per length in ohms per metre ((V/A)/m).

literal	value	description
kgPerJ		Weight per energy in kilograms per joule (kg/J). Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
JPers		Energy rate in joules per second (J/s).

8.2.72 VsPpccControlKind enumeration

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

Table 71 shows all literals of VsPpccControlKind.

Table 71 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::VsPpccControlKind

literal	value	description
pPcc		Control is real power at point of common coupling. The target value is provided by ACDCConverter.targetPpcc.
udc		Control is DC voltage with target value provided by ACDCConverter.targetUdc.
pPccAndUdcDroop		Control is active power at point of common coupling and local DC voltage, with the droop. Target values are provided by ACDCConverter.targetPpcc, ACDCConverter.targetUdc and VsConverter.droop.
pPccAndUdcDroopWithCompensation		Control is 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. Targets are provided by ACDCConverter.targetPpcc, ACDCConverter.targetUdc, VsConverter.droop and VsConverter.droopCompensation.
pPccAndUdcDroopPilot		Control is active power at point of common coupling and the pilot DC voltage, with the droop. The mode is used for Multi Terminal High Voltage DC (MTDC) systems where multiple HVDC Substations are connected to the HVDC transmission lines. The pilot voltage is then used to coordinate the control the DC voltage across the HVDC substations. Targets are provided by ACDCConverter.targetPpcc, ACDCConverter.targetUdc and VsConverter.droop.
phasePcc		Control is phase at point of common coupling. Target is provided by VsConverter.targetPhasePcc.

8.2.73 VsQpccControlKind enumeration

Kind of reactive power control at point of common coupling for a voltage source converter.

Table 72 shows all literals of VsQpccControlKind.

Table 72 – Literals of SteadyStateHypothesisProfile::VsQpccControlKind

literal	value	description
reactivePcc		Control is reactive power at point of common coupling. Target is provided by VsConverter.targetQpcc.
voltagePcc		Control is voltage at point of common coupling. Target is provided by VsConverter.targetUpcc.
powerFactorPcc		Control is power factor at point of common coupling. Target is provided by VsConverter.targetPowerFactorPcc.
pulseWidthModulation		No explicit control. Pulse-modulation factor is directly set in magnitude (VsConverter.targetPWMfactor) and phase (VsConverter.targetPhasePcc).

8.2.74 ActivePower datatype

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

Table 73 shows all attributes of ActivePower.

Table 73 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ActivePower

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=M)
unit	0..1	UnitSymbol	(const=W)

8.2.75 AngleDegrees datatype

Measurement of angle in degrees.

Table 74 shows all attributes of AngleDegrees.

Table 74 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::AngleDegrees

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
unit	0..1	UnitSymbol	(const=deg)
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=none)

8.2.76 AngleRadians datatype

Phase angle in radians.

Table 75 shows all attributes of AngleRadians.

Table 75 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::AngleRadians

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
unit	0..1	UnitSymbol	(const=rad)
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=none)

8.2.77 ApparentPower datatype

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

Table 76 shows all attributes of ApparentPower.

Table 76 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ApparentPower

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=M)
unit	0..1	UnitSymbol	(const=VA)

8.2.78 CurrentFlow datatype

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

Table 77 shows all attributes of CurrentFlow.

Table 77 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::CurrentFlow

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=none)
unit	0..1	UnitSymbol	(const=A)

8.2.79 PerCent datatype

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

Table 78 shows all attributes of PerCent.

Table 78 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PerCent

name	mult	type	description
value	0..1	Float	Normally 0 to 100 on a defined base.
unit	0..1	UnitSymbol	(const=none)
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=none)

8.2.80 PU datatype

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

Table 79 shows all attributes of PU.

Table 79 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::PU

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
unit	0..1	UnitSymbol	(const=none)
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=none)

8.2.81 ReactivePower datatype

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

Table 80 shows all attributes of ReactivePower.

Table 80 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::ReactivePower

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
unit	0..1	UnitSymbol	(const=VAr)
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=M)

8.2.82 RealEnergy datatype

Real electrical energy.

Table 81 shows all attributes of RealEnergy.

Table 81 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::RealEnergy

name	mult	type	description
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=M)
unit	0..1	UnitSymbol	(const=Wh)
value	0..1	Float	

8.2.83 Resistance datatype

Resistance (real part of impedance).

Table 82 shows all attributes of Resistance.

Table 82 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Resistance

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
unit	0..1	UnitSymbol	(const=ohm)
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=none)

8.2.84 Voltage datatype

Electrical voltage, can be both AC and DC.

Table 83 shows all attributes of Voltage.

Table 83 – Attributes of SteadyStateHypothesisProfile::Voltage

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=k)
unit	0..1	UnitSymbol	(const=V)

8.2.85 Boolean primitive

A type with the value space "true" and "false".

8.2.86 Date primitive

Date as "yyyy-mm-dd", which conforms with ISO 8601. UTC time zone is specified as "yyyy-mm-ddZ". A local timezone relative UTC is specified as "yyyy-mm-dd(+/-)hh:mm".

8.2.87 Float primitive

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

8.2.88 Integer primitive

An integer number. The range is unspecified and not limited.

8.2.89 String primitive

A string consisting of a sequence of characters. The character encoding is UTF-8. The string length is unspecified and unlimited.

8.3 Package TopologyProfile

8.3.1 General

A topology dataset which conforms to the IEC 61970-456 topology profile contains all objects defined in a topology profile and includes data for topology information relating to a given exchange.

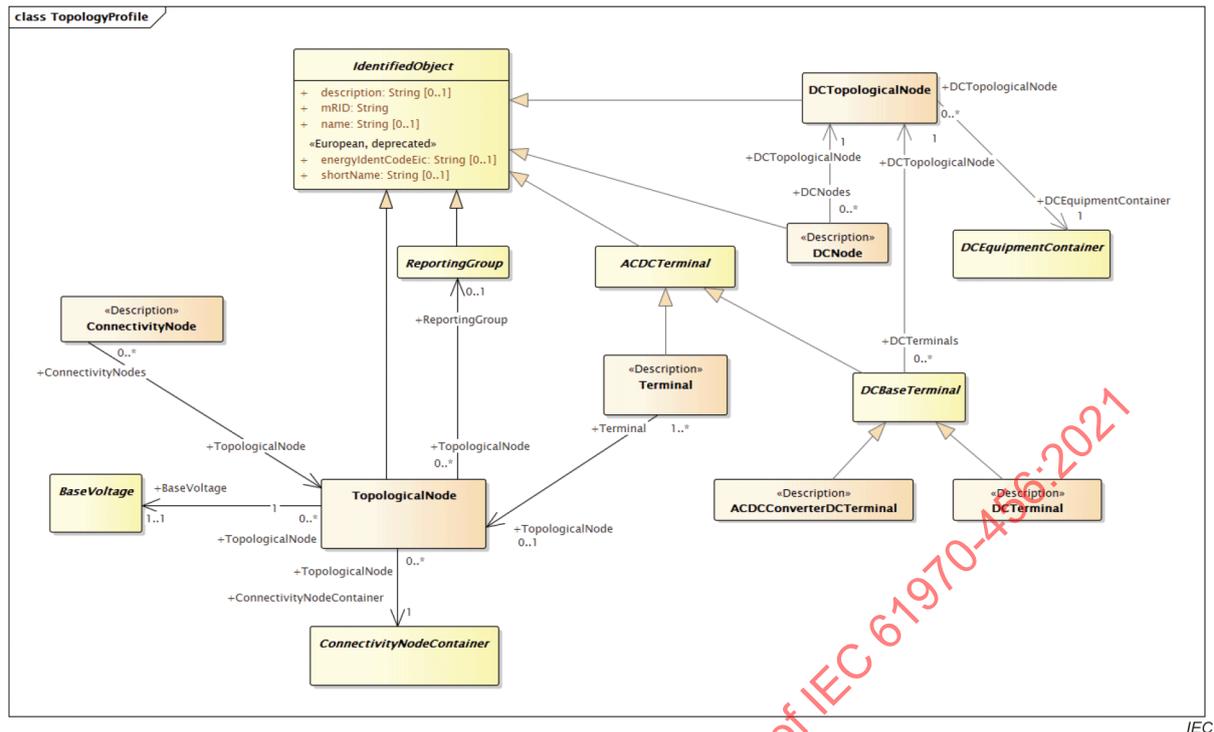


Figure 22 – Class diagram TopologyProfile::TopologyProfile

Figure 22: The diagram shows topology profile.

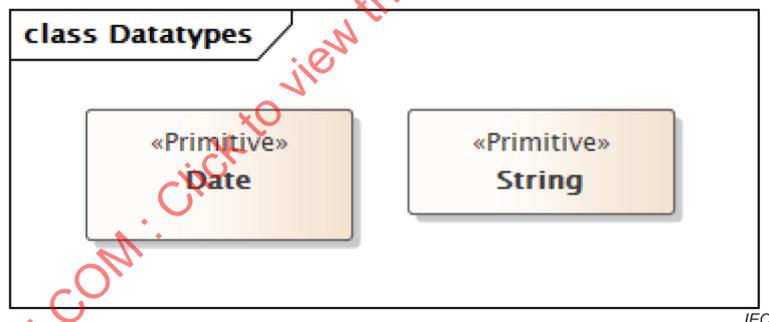


Figure 23 – Class diagram TopologyProfile::Datatypes

Figure 23: The diagram shows datatypes that are used by classes in the profile. Stereotypes are used to describe the datatypes. The following stereotypes are defined:

- `<<enumeration>>` A list of permissible constant values.
- `<<Primitive>>` The most basic data types used to compose all other data types.
- `<<CIMDatatype>>` A datatype that contains a value attribute, an optional unit of measure and a unit multiplier. The unit and multiplier may be specified as a static variable initialized to the allowed value.
- `<<Compound>>` A composite of Primitive, enumeration, CIMDatatype or other Compound classes, as long as the Compound classes do not recurse.

For all datatypes both positive and negative values are allowed unless stated otherwise for a particular datatype.

8.3.2 (Description) ACDCConverterDCTerminal

Inheritance path = [DCBaseTerminal](#): [ACDCTerminal](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Table 84 shows all attributes of ACDCConverterDCTerminal.

Table 84 – Attributes of TopologyProfile::ACDCConverterDCTerminal

name	mult	type	description
description	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject

Table 85 shows all association ends of ACDCConverterDCTerminal with other classes.

Table 85 – Association ends of TopologyProfile::ACDCConverterDCTerminal with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..*	DCTopologicalNode	1..1	DCTopologicalNode	inherited from: DCBaseTerminal

8.3.3 (abstract) ACDCTerminal

Inheritance path = [IdentifiedObject](#)

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

Table 86 shows all attributes of ACDCTerminal.

Table 86 – Attributes of TopologyProfile::ACDCTerminal

name	mult	type	description
description	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.3.4 (abstract) BaseVoltage root class

Defines a system base voltage which is referenced.

8.3.5 (Description) ConnectivityNode root class

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

Table 87 shows all association ends of ConnectivityNode with other classes.

Table 87 – Association ends of TopologyProfile::ConnectivityNode with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..*	TopologicalNode	1..1	TopologicalNode	The topological node to which this connectivity node is assigned. May depend on the current state of switches in the network.

8.3.6 (abstract) ConnectivityNodeContainer root class

A base class for all objects that may contain connectivity nodes or topological nodes.

8.3.7 (abstract) DCBaseTerminal

Inheritance path = [ACDCTerminal](#): [IdentifiedObject](#)

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 requires that DC connections are distinct from AC connections.

Table 88 shows all attributes of DCBaseTerminal.

Table 88 – Attributes of TopologyProfile::DCBaseTerminal

name	mult	type	description
description	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject

Table 89 shows all association ends of DCBaseTerminal with other classes.

Table 89 – Association ends of TopologyProfile::DCBaseTerminal with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..*	DCTopologicalNode	1..1	DCTopologicalNode	See association end Terminal.TopologicalNode.

8.3.8 (abstract) DCEquipmentContainer root class

A modelling construct to provide a root class for containment of DC as well as AC equipment. The class differ from the EquipmentContainer for AC in that it may also contain DCNode-s. Hence it can contain both AC and DC equipment.

8.3.9 (Description) DCNode

Inheritance path = [IdentifiedObject](#)

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

Table 90 shows all attributes of DCNode.

Table 90 – Attributes of TopologyProfile::DCNode

name	mult	type	description
description	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject

Table 91 shows all association ends of DCNode with other classes.

Table 91 – Association ends of TopologyProfile::DCNode with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..*	DCTopologicalNode	1..1	DCTopologicalNode	The DC topological node to which this DC connectivity node is assigned. May depend on the current state of switches in the network.

8.3.10 (Description) DCTerminal

Inheritance path = DCBaseTerminal: ACDCTerminal: IdentifiedObject

An electrical connection point to generic DC conducting equipment.

Table 92 shows all attributes of DCTerminal.

Table 92 – Attributes of TopologyProfile::DCTerminal

name	mult	type	description
description	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject

Table 93 shows all association ends of DCTerminal with other classes.

Table 93 – Association ends of TopologyProfile::DCTerminal with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..*	DCTopologicalNode	1..1	DCTopologicalNode	inherited from: DCBaseTerminal

8.3.11 DCTopologicalNode

Inheritance path = IdentifiedObject

DC bus.

Table 94 shows all attributes of DCTopologicalNode.

Table 94 – Attributes of TopologyProfile::DCTopologicalNode

name	mult	type	description
description	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject

Table 95 shows all association ends of DCTopologicalNode with other classes.

Table 95 – Association ends of TopologyProfile::DCTopologicalNode with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..*	DCEquipmentContainer	1..1	DCEquipmentContainer	The connectivity node container to which the topological node belongs.

8.3.12 (abstract) IdentifiedObject root class

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

Table 96 shows all attributes of IdentifiedObject.

Table 96 – Attributes of TopologyProfile::IdentifiedObject

name	mult	type	description
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.
mRID	1..1	String	Master resource identifier issued by a model authority. The mRID is 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, the mRID is mapped to rdf:ID or rdf:about attributes that identify CIM object elements.
name	0..1	String	The name is any free human readable and possibly non unique text naming the object.

8.3.13 (Description) Terminal

Inheritance path = [ACDCTerminal: IdentifiedObject](#)

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

Table 97 shows all attributes of Terminal.

Table 97 – Attributes of TopologyProfile::Terminal

name	mult	type	description
description	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject

Table 98 shows all association ends of Terminal with other classes.

Table 98 – Association ends of TopologyProfile::Terminal with other classes

mult from	name	mult to	type	description
1..*	TopologicalNode	0..1	TopologicalNode	The topological node associated with the terminal. This can be used as an alternative to the connectivity node path to topological node, thus making it unnecessary to model connectivity nodes in some cases. Note that the if connectivity nodes are in the model, this association would probably not be used as an input specification.

8.3.14 TopologicalNode

Inheritance path = IdentifiedObject

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".

Table 99 shows all attributes of TopologicalNode.

Table 99 – Attributes of TopologyProfile::TopologicalNode

name	mult	type	description
description	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject

Table 100 shows all association ends of TopologicalNode with other classes.

Table 100 – Association ends of TopologyProfile::TopologicalNode with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..*	BaseVoltage	1..1	BaseVoltage	The base voltage of the topological node.
0..*	ConnectivityNodeContainer	1..1	ConnectivityNodeContainer	The connectivity node container to which the topological node belongs.
0..*	ReportingGroup	0..1	ReportingGroup	The reporting group to which the topological node belongs.

8.3.15 Date primitive

Date as "yyyy-mm-dd", which conforms with ISO 8601. UTC time zone is specified as "yyyy-mm-ddZ". A local timezone relative UTC is specified as "yyyy-mm-dd(+/-)hh:mm".

8.3.16 (abstract) ReportingGroup

Inheritance path = [IdentifiedObject](#)

A reporting group is used for various ad-hoc groupings used for reporting.

Table 101 shows all attributes of ReportingGroup.

Table 101 – Attributes of TopologyProfile::ReportingGroup

name	mult	type	description
description	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	0..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.3.17 String primitive

A string consisting of a sequence of characters. The character encoding is UTF-8. The string length is unspecified and unlimited.

8.4 Package StateVariablesProfile**8.4.1 General**

A state variables dataset which conforms to the IEC 61970-456 state variables profile 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.

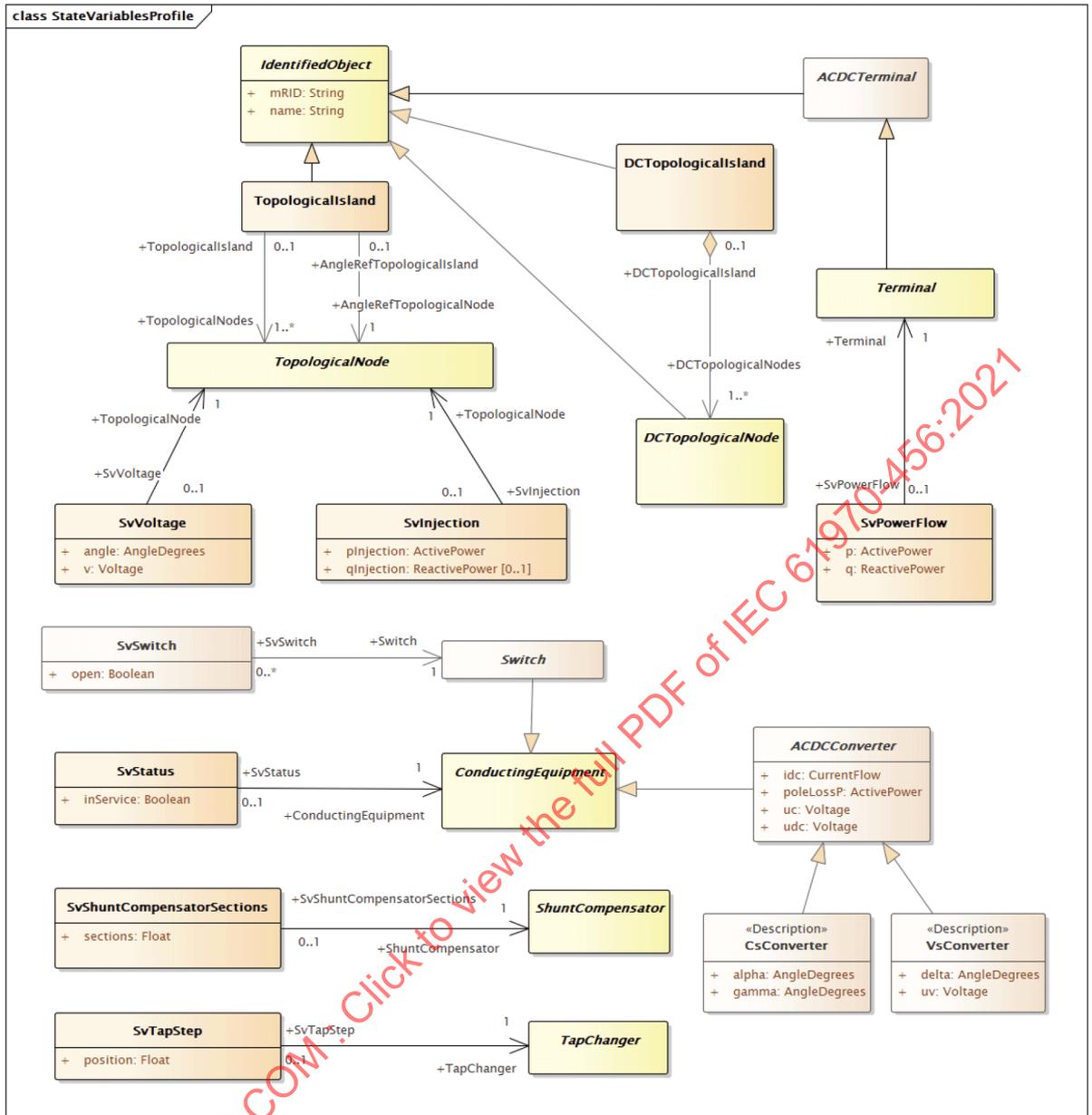


Figure 24 – Class diagram StateVariablesProfile::StateVariablesProfile

Figure 24: The diagram shows the state variables profile.

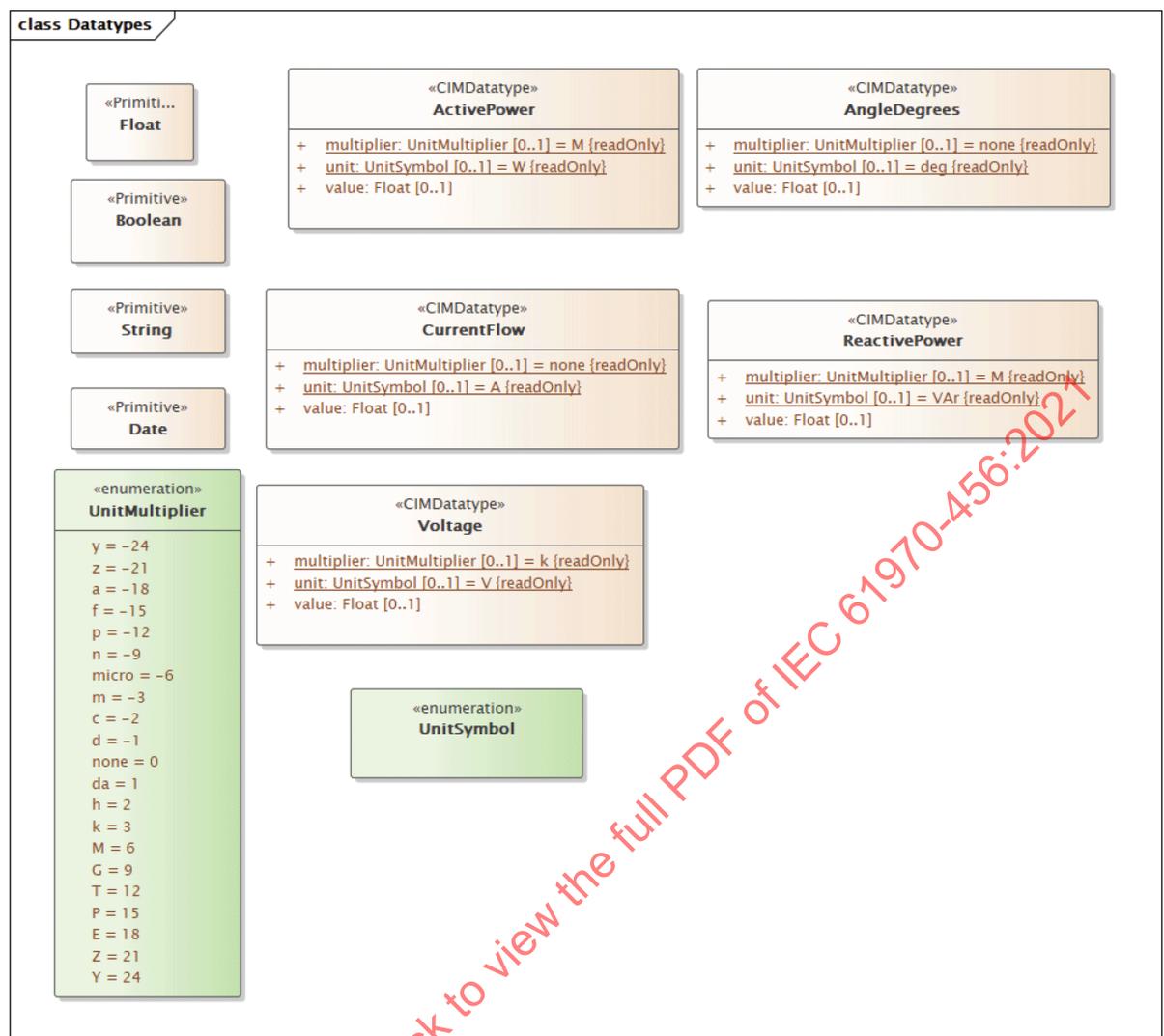


Figure 25 – Class diagram StateVariablesProfile::Datatypes

Figure 25: The diagram shows datatypes that are used by classes in the profile. Stereotypes are used to describe the datatypes. The following stereotypes are defined:

- <<enumeration>> A list of permissible constant values.
- <<Primitive>> The most basic data types used to compose all other data types.
- <<CIMDatatype>> A datatype that contains a value attribute, an optional unit of measure and a unit multiplier. The unit and multiplier may be specified as a static variable initialized to the allowed value.
- <<Compound>> A composite of Primitive, enumeration, CIMDatatype or other Compound classes, as long as the Compound classes do not recurse.

For all datatypes both positive and negative values are allowed unless stated otherwise for a particular datatype.

8.4.2 (abstract) ACDCConverter

Inheritance path = [ConductingEquipment](#)

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.

Table 102 shows all attributes of ACDCConverter.

Table 102 – Attributes of StateVariablesProfile::ACDCConverter

name	mult	type	description
idc	1..1	CurrentFlow	Converter DC current, also called Id. It is converter's state variable, result from power flow.
poleLossP	1..1	ActivePower	The active power loss at a DC Pole $= \text{idleLoss} + \text{switchingLoss} * \text{Idc} + \text{resistiveLoss} * \text{Idc}^2$. For lossless operation $P_{dc} = P_{ac}$. For rectifier operation with losses $P_{dc} = P_{ac} - \text{lossP}$. For inverter operation with losses $P_{dc} = P_{ac} + \text{lossP}$. It is converter's state variable used in power flow. The attribute shall be a positive value.
uc	1..1	Voltage	Line-to-line converter voltage, the voltage at the AC side of the valve. It is converter's state variable, result from power flow. The attribute shall be a positive value.
udc	1..1	Voltage	Converter voltage at the DC side, also called Ud. It is converter's state variable, result from power flow. The attribute shall be a positive value.

8.4.3 (abstract) ACDCTerminal

Inheritance path = [IdentifiedObject](#)

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

Table 103 shows all attributes of ACDCTerminal.

Table 103 – Attributes of StateVariablesProfile::ACDCTerminal

name	mult	type	description
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.4.4 (Description) CsConverter

Inheritance path = [ACDCConverter](#): [ConductingEquipment](#)

DC side of the current source converter (CSC).

The firing angle controls the DC voltage at the converter, both for rectifier and inverter. The difference between the DC voltages of the rectifier and inverter determines the DC current. The extinction angle is used to limit the DC voltage at the inverter, if needed, and is not used in active power control. The firing angle, transformer tap position and number of connected filters are the primary means to control a current source dc line. Higher level controls are built on top, e.g. DC voltage, DC current and active power. From a steady state perspective it is sufficient to specify the wanted active power transfer (`ACDCConverter.targetPpcc`) and the control functions will set the DC voltage, DC current, firing angle, transformer tap position and number of connected filters to meet this. Therefore attributes `targetAlpha` and `targetGamma` are not applicable in this case.

The reactive power consumed by the converter is a function of the firing angle, transformer tap position and number of connected filter, which can be approximated with half of the active power. The losses are a function of the DC voltage and DC current.

The attributes `minAlpha` and `maxAlpha` define the range of firing angles for rectifier operation between which no discrete tap changer action takes place. The range is typically 10 to 18 degrees.

The attributes `minGamma` and `maxGamma` define the range of extinction angles for inverter operation between which no discrete tap changer action takes place. The range is typically 17 to 20 degrees.

Table 104 shows all attributes of `CsConverter`.

Table 104 – Attributes of StateVariablesProfile::CsConverter

name	mult	type	description
alpha	1..1	AngleDegrees	Firing angle that determines the DC voltage at the converter dc terminal. Typical value between 10 degrees and 18 degrees for a rectifier. It is converter's state variable, result from power flow. The attribute shall be a positive value.
gamma	1..1	AngleDegrees	Extinction angle. It is used to limit the DC voltage at the inverter if needed. Typical value between 17 degrees and 20 degrees for an inverter. It is converter's state variable, result from power flow. The attribute shall be a positive value.
idc	1..1	CurrentFlow	inherited from: <code>ACDCConverter</code>
poleLossP	1..1	ActivePower	inherited from: <code>ACDCConverter</code>
uc	1..1	Voltage	inherited from: <code>ACDCConverter</code>
udc	1..1	Voltage	inherited from: <code>ACDCConverter</code>

8.4.5 (abstract) ConductingEquipment root class

The parts of the AC power system that are designed to carry current or that are conductively connected through terminals.

8.4.6 DCTopologicalIsland

Inheritance path = `IdentifiedObject`

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

Only energised TopologicalNode-s shall be part of the topological island.

Table 105 shows all attributes of DCTopologicalIsland.

Table 105 – Attributes of StateVariablesProfile::DCTopologicalIsland

name	mult	type	description
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

Table 106 shows all association ends of DCTopologicalIsland with other classes.

Table 106 – Association ends of StateVariablesProfile::DCTopologicalIsland with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..1	DCTopologicalNodes	1..*	DCTopologicalNode	The DC topological nodes in a DC topological island.

8.4.7 (abstract) DCTopologicalNode

Inheritance path = IdentifiedObject

DC bus.

Table 107 shows all attributes of DCTopologicalNode.

Table 107 – Attributes of StateVariablesProfile::DCTopologicalNode

name	mult	type	description
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.4.8 (abstract) IdentifiedObject root class

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

Table 108 shows all attributes of IdentifiedObject.

Table 108 – Attributes of StateVariablesProfile::IdentifiedObject

name	mult	type	description
mRID	1..1	String	Master resource identifier issued by a model authority. The mRID is 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, the mRID is mapped to rdf:ID or rdf:about attributes that identify CIM object elements.
name	1..1	String	The name is any free human readable and possibly non unique text naming the object.

8.4.9 (abstract) ShuntCompensator root class

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 bPerSection indicates that the compensator is a reactor. ShuntCompensator is a single terminal device. Ground is implied.

8.4.10 SvInjection root class

The SvInjection reports 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.

Table 109 shows all attributes of SvInjection.

Table 109 – Attributes of StateVariablesProfile::SvInjection

name	mult	type	description
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).

Table 110 shows all association ends of SvInjection with other classes.

Table 110 – Association ends of StateVariablesProfile::SvInjection with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..1	TopologicalNode	1..1	TopologicalNode	The topological node associated with the flow injection state variable.

8.4.11 SvPowerFlow root class

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

Table 111 shows all attributes of SvPowerFlow.

Table 111 – Attributes of StateVariablesProfile::SvPowerFlow

name	mult	type	description
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.

Table 112 shows all association ends of SvPowerFlow with other classes.

Table 112 – Association ends of StateVariablesProfile::SvPowerFlow with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..1	Terminal	1..1	Terminal	The terminal associated with the power flow state variable.

8.4.12 SvShuntCompensatorSections root class

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

Table 113 shows all attributes of SvShuntCompensatorSections.

Table 113 – Attributes of StateVariablesProfile::SvShuntCompensatorSections

name	mult	type	description
sections	1..1	Float	The number of sections in service as a continuous variable. The attribute shall be a positive value or zero. To get integer value scale with ShuntCompensator.bPerSection.

Table 114 shows all association ends of SvShuntCompensatorSections with other classes.

Table 114 – Association ends of StateVariablesProfile::SvShuntCompensatorSections with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..1	ShuntCompensator	1..1	ShuntCompensator	The shunt compensator for which the state applies.

8.4.13 SvStatus root class

State variable for status.

Table 115 shows all attributes of SvStatus.

Table 115 – Attributes of StateVariablesProfile::SvStatus

name	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	The in service status as a result of topology processing. It indicates if the equipment is considered as energized by the power flow. It reflects if the equipment is connected within a solvable island. It does not necessarily reflect whether or not the island was solved by the power flow.

Table 116 shows all association ends of SvStatus with other classes.

Table 116 – Association ends of StateVariablesProfile::SvStatus with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..1	ConductingEquipment	1..1	ConductingEquipment	The conducting equipment associated with the status state variable.

8.4.14 SvSwitch root class

State variable for switch.

Table 117 shows all attributes of SvSwitch.

Table 117 – Attributes of StateVariablesProfile::SvSwitch

name	mult	type	description
open	1..1	Boolean	The attribute tells if the computed state of the switch is considered open.

Table 118 shows all association ends of SvSwitch with other classes.

Table 118 – Association ends of StateVariablesProfile::SvSwitch with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..*	Switch	1..1	Switch	The switch associated with the switch state.

8.4.15 SvTapStep root class

State variable for transformer tap step.

Table 119 shows all attributes of SvTapStep.

Table 119 – Attributes of StateVariablesProfile::SvTapStep

name	mult	type	description
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.

Table 120 shows all association ends of SvTapStep with other classes.

Table 120 – Association ends of StateVariablesProfile::SvTapStep with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..1	TapChanger	1..1	TapChanger	The tap changer associated with the tap step state.

8.4.16 SvVoltage root class

State variable for voltage.

Table 121 shows all attributes of SvVoltage.

Table 121 – Attributes of StateVariablesProfile::SvVoltage

name	mult	type	description
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 at the topological node. The attribute shall be a positive value.

Table 122 shows all association ends of SvVoltage with other classes.

Table 122 – Association ends of StateVariablesProfile::SvVoltage with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..1	TopologicalNode	1..1	TopologicalNode	The topological node associated with the voltage state.

8.4.17 (abstract) Switch

Inheritance path = [ConductingEquipment](#)

A generic device designed to close, or open, or both, one or more electric circuits. All switches are two terminal devices including grounding switches. The ACDCTerminal.connected at the two sides of the switch shall not be considered for assessing switch connectivity, i.e. only Switch.open, .normalOpen and .locked are relevant.

8.4.18 (abstract) TapChanger root class

Mechanism for changing transformer winding tap positions.

8.4.19 (abstract) Terminal

Inheritance path = [ACDCTerminal: IdentifiedObject](#)

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

Table 123 shows all attributes of Terminal.

Table 123 – Attributes of StateVariablesProfile::Terminal

name	mult	type	description
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

8.4.20 TopologicalIsland

Inheritance path = [IdentifiedObject](#)

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

Only energised TopologicalNode-s shall be part of the topological island.

Table 124 shows all attributes of TopologicalIsland.

Table 124 – Attributes of StateVariablesProfile::TopologicalIsland

name	mult	type	description
mRID	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject
name	1..1	String	inherited from: IdentifiedObject

Table 125 shows all association ends of TopologicalIsland with other classes.

Table 125 – Association ends of StateVariablesProfile::TopologicalIsland with other classes

mult from	name	mult to	type	description
0..1	AngleRefTopologicalNode	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 typically optional.
0..1	TopologicalNodes	1..*	TopologicalNode	A topological node belongs to a topological island.

8.4.21 (abstract) TopologicalNode root class

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".

8.4.22 (Description) VsConverter

Inheritance path = [ACDCCConverter: ConductingEquipment](#)

DC side of the voltage source converter (VSC).

Table 126 shows all attributes of VsConverter.

Table 126 – Attributes of StateVariablesProfile::VsConverter

name	mult	type	description
delta	1..1	AngleDegrees	Angle between VsConverter.uv and ACDCCConverter.uc. It is converter's state variable used in power flow. The attribute shall be a positive value or zero.
uv	1..1	Voltage	Line-to-line voltage on the valve side of the converter transformer. It is converter's state variable, result from power flow. The attribute shall be a positive value.
idc	1..1	CurrentFlow	inherited from: ACDCCConverter
poleLossP	1..1	ActivePower	inherited from: ACDCCConverter
uc	1..1	Voltage	inherited from: ACDCCConverter
udc	1..1	Voltage	inherited from: ACDCCConverter

8.4.23 UnitMultiplier enumeration

The unit multipliers defined for the CIM. When applied to unit symbols, the unit symbol is treated as a derived unit. Regardless of the contents of the unit symbol text, the unit symbol shall be treated as if it were a single-character unit symbol. Unit symbols should not contain multipliers, and it should be left to the multiplier to define the multiple for an entire data type.

For example, if a unit symbol is "m2Pers" and the multiplier is "k", then the value is $k(m^{**2}/s)$, and the multiplier applies to the entire final value, not to any individual part of the value. This can be conceptualized by substituting a derived unit symbol for the unit type. If one imagines that the symbol "P" represents the derived unit "m2Pers", then applying the multiplier "k" can be conceptualized simply as "kP".

For example, the SI unit for mass is "kg" and not "g". If the unit symbol is defined as "kg", then the multiplier is applied to "kg" as a whole and does not replace the "k" in front of the "g". In this case, the multiplier of "m" would be used with the unit symbol of "kg" to represent one gram. As a text string, this violates the instructions in IEC 80000-1. However, because the unit symbol in CIM is treated as a derived unit instead of as an SI unit, it makes more sense to conceptualize the "kg" as if it were replaced by one of the proposed replacements for the SI mass symbol. If one imagines that the "kg" were replaced by a symbol "P", then it is easier to conceptualize the multiplier "m" as creating the proper unit "mP", and not the forbidden unit "mkg".

Table 127 shows all literals of UnitMultiplier.

Table 127 – Literals of StateVariablesProfile::UnitMultiplier

literal	value	description
y	-24	Yocto 10** ⁻²⁴ .
z	-21	Zepto 10** ⁻²¹ .
a	-18	Atto 10** ⁻¹⁸ .
f	-15	Femto 10** ⁻¹⁵ .
p	-12	Pico 10** ⁻¹² .
n	-9	Nano 10** ⁻⁹ .
micro	-6	Micro 10** ⁻⁶ .
m	-3	Milli 10** ⁻³ .
c	-2	Centi 10** ⁻² .
d	-1	Deci 10** ⁻¹ .
none	0	No multiplier or equivalently multiply by 1.
da	1	Deca 10** ¹ .
h	2	Hecto 10** ² .
k	3	Kilo 10** ³ .
M	6	Mega 10** ⁶ .
G	9	Giga 10** ⁹ .
T	12	Tera 10** ¹² .
P	15	Peta 10** ¹⁵ .
E	18	Exa 10** ¹⁸ .
Z	21	Zetta 10** ²¹ .
Y	24	Yotta 10** ²⁴ .

8.4.24 UnitSymbol enumeration

The derived units defined for usage in the CIM. In some cases, the derived unit is equal to an SI unit. Whenever possible, the standard derived symbol is used instead of the formula for the derived unit. For example, the unit symbol Farad is defined as "F" instead of "CPerV". In cases where a standard symbol does not exist for a derived unit, the formula for the unit is used as the unit symbol. For example, density does not have a standard symbol and so it is represented as "kgPerm3". With the exception of the "kg", which is an SI unit, the unit symbols do not contain multipliers and therefore represent the base derived unit to which a multiplier can be applied as a whole.

Every unit symbol is treated as an unparseable text as if it were a single-letter symbol. The meaning of each unit symbol is defined by the accompanying descriptive text and not by the text contents of the unit symbol.

To allow the widest possible range of serializations without requiring special character handling, several substitutions are made which deviate from the format described in IEC 80000-1. The division symbol "/" is replaced by the letters "Per". Exponents are written in plain text after the unit as "m3" instead of being formatted as "m" with a superscript of 3 or introducing a symbol as in "m³". The degree symbol "°" is replaced with the letters "deg". Any clarification of the meaning for a substitution is included in the description for the unit symbol.

Non-SI units are included in list of unit symbols to allow sources of data to be correctly labelled with their non-SI units (for example, a GPS sensor that is reporting numbers that represent feet instead of meters). This allows software to use the unit symbol information correctly convert and scale the raw data of those sources into SI-based units.

The integer values are used for harmonization with IEC 61850.

Table 128 shows all literals of UnitSymbol.

Table 128 – Literals of StateVariablesProfile::UnitSymbol

literal	value	description
none	0	Dimension less quantity, e.g. count, per unit, etc.
m	2	Length in metres.
kg	3	Mass in kilograms. Note: multiplier “k” is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
s	4	Time in seconds.
A	5	Current in amperes.
K	6	Temperature in kelvins.
mol	7	Amount of substance in moles.
cd	8	Luminous intensity in candelas.
deg	9	Plane angle in degrees.
rad	10	Plane angle in radians (m/m).
sr	11	Solid angle in steradians (m ² /m ²).
Gy	21	Absorbed dose in grays (J/kg).
Bq	22	Radioactivity in becquerels (1/s).
degC	23	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. The reason for not using °C is that the special character ° is difficult to manage in software.
Sv	24	Dose equivalent in sieverts (J/kg).
F	25	Electric capacitance in farads (C/V).
C	26	Electric charge in coulombs (A·s).
S	27	Conductance in siemens.
H	28	Electric inductance in henrys (Wb/A).
V	29	Electric potential in volts (W/A).
ohm	30	Electric resistance in ohms (V/A).
J	31	Energy in joules (N·m = C·V = W·s).
N	32	Force in newtons (kg·m/s ²).
Hz	33	Frequency in hertz (1/s).
lx	34	Illuminance in lux (lm/m ²).
lm	35	Luminous flux in lumens (cd·sr).
Wb	36	Magnetic flux in webers (V·s).
T	37	Magnetic flux density in teslas (Wb/m ²).

literal	value	description
W	38	Real power in watts (J/s). Electrical power may have real and reactive components. The real portion of electrical power (I^2R or $VI\cos(\phi)$), is expressed in Watts. See also apparent power and reactive power.
Pa	39	Pressure in pascals (N/m ²). Note: the absolute or relative measurement of pressure is implied with this entry. See below for more explicit forms.
m2	41	Area in square metres (m ²).
m3	42	Volume in cubic metres (m ³).
mPers	43	Velocity in metres per second (m/s).
mPers2	44	Acceleration in metres per second squared (m/s ²).
m3Pers	45	Volumetric flow rate in cubic metres per second (m ³ /s).
mPerm3	46	Fuel efficiency in metres per cubic metres (m/m ³).
kgm	47	Moment of mass in kilogram metres (kg·m) (first moment of mass). Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
kgPerm3	48	Density in kilogram/cubic metres (kg/m ³). Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
m2Pers	49	Viscosity in square metres / second (m ² /s).
WPermK	50	Thermal conductivity in watt/metres kelvin.
JPerK	51	Heat capacity in joules/kelvin.
ppm	52	Concentration in parts per million.
rotPers	53	Rotations per second (1/s). See also Hz (1/s).
radPers	54	Angular velocity in radians per second (rad/s).
WPerm2	55	Heat flux density, irradiance, watts per square metre.
JPerm2	56	Insulation energy density, joules per square metre or watt second per square metre.
SPerm	57	Conductance per length (F/m).
KPers	58	Temperature change rate in kelvins per second.
PaPers	59	Pressure change rate in pascals per second.
JPerkgK	60	Specific heat capacity, specific entropy, joules per kilogram Kelvin.
VA	61	Apparent power in volt amperes. See also real power and reactive power.
VAr	63	Reactive power in volt amperes reactive. The "reactive" or "imaginary" component of electrical power ($VI\sin(\phi)$). (See also real power and apparent power). NOTE Different meter designs use different methods to arrive at their results. Some meters may compute reactive power as an arithmetic value, while others compute the value vectorially. The data consumer should determine the method in use and the suitability of the measurement for the intended purpose.

literal	value	description
cosPhi	65	Power factor, dimensionless. NOTE 1 This definition of power factor only holds for balanced systems. See the alternative definition under code 153. NOTE 2 Beware of differing sign conventions in use between the IEC and EEI. It is assumed that the data consumer understands the type of meter in use and the sign convention in use by the utility.
Vs	66	Volt seconds (Ws/A).
V2	67	Volt squared (W^2/A^2).
As	68	Ampere seconds (A·s).
A2	69	Amperes squared (A^2).
A2s	70	Ampere squared time in square amperes (A^2s).
VAh	71	Apparent energy in volt ampere hours.
Wh	72	Real energy in watt hours.
VArh	73	Reactive energy in volt ampere reactive hours.
VPerHz	74	Magnetic flux in volt per hertz.
HzPers	75	Rate of change of frequency in hertz per second.
character	76	Number of characters.
charPers	77	Data rate (baud) in characters per second.
kgm2	78	Moment of mass in kilogram square metres ($kg \cdot m^2$) (Second moment of mass, commonly called the moment of inertia). Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
dB	79	Sound pressure level in decibels. NOTE multiplier "d" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
WPers	81	Ramp rate in watts per second.
IPers	82	Volumetric flow rate in litres per second.
dBm	83	Power level (logarithmic ratio of signal strength, Bel-mW), normalized to 1mW. NOTE multiplier "d" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
h	84	Time in hours, hour = 60 min = 3 600 s.
min	85	Time in minutes, minute = 60 s.
Q	100	Quantity power, Q.
Qh	101	Quantity energy, Qh.
ohmm	102	Resistivity, ohm metres, (ρ).
APerm	103	A/m, magnetic field strength, amperes per metre.
V2h	104	Volt-squared hour, volt-squared-hours.
A2h	105	Ampere-squared hour, ampere-squared hour.
Ah	106	Ampere-hours, ampere-hours.
count	111	Amount of substance, Counter value.
ft3	119	Volume, cubic feet.
m3Perh	125	Volumetric flow rate, cubic metres per hour.
gal	128	Volume in gallons, US gallon (1 gal = 231 in3 = 128 fl ounce).
Btu	132	Energy, British Thermal Units.

literal	value	description
l	134	Volume in litres, litre = dm ³ = m ³ /1 000.
lPerh	137	Volumetric flow rate, litres per hour.
lPerl	143	Concentration, The ratio of the volume of a solute divided by the volume of the solution. NOTE Users may need use a prefix such a 'μ' to express a quantity such as 'μL/L'.
gPerg	144	Concentration, The ratio of the mass of a solute divided by the mass of the solution. NOTE Users may need use a prefix such a 'μ' to express a quantity such as 'μg/g'.
molPerm3	145	Concentration, The amount of substance concentration, (c), the amount of solvent in moles divided by the volume of solution in m ³ .
molPermol	146	Concentration, Molar fraction, the ratio of the molar amount of a solute divided by the molar amount of the solution.
molPerkg	147	Concentration, Molality, the amount of solute in moles and the amount of solvent in kilograms.
sPers	149	Time, Ratio of time. NOTE Users may need to supply a prefix such as 'μ' to show rates such as 'μs/s'.
HzPerHz	150	Frequency, rate of frequency change. NOTE Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mHz/Hz'.
VPerV	151	Voltage, ratio of voltages. NOTE Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mV/V'.
APerA	152	Current, ratio of amperages. NOTE Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mA/A'.
VPerVA	153	Power factor, PF, the ratio of the active power to the apparent power. NOTE The sign convention used for power factor will differ between IEC meters and EEI (ANSI) meters. It is assumed that the data consumers understand the type of meter being used and agree on the sign convention in use at any given utility.
rev	154	Amount of rotation, revolutions.
kat	158	Catalytic activity, katal = mol / s.
JPerkg	165	Specific energy, Joules / kg.
m3Uncompensated	166	Volume, cubic metres, with the value uncompensated for weather effects.
m3Compensated	167	Volume, cubic metres, with the value compensated for weather effects.
WPerW	168	Signal Strength, ratio of power. NOTE Users may need to supply a prefix such as 'm' to show rates such as 'mW/W'.
therm	169	Energy, therms.
onePerm	173	Wavenumber, reciprocal metres, (1/m).
m3Perkg	174	Specific volume, cubic metres per kilogram, v.
Pas	175	Dynamic viscosity, pascal seconds.
Nm	176	Moment of force, newton metres.
NPerm	177	Surface tension, newton per metre.
radPers2	178	Angular acceleration, radians per second squared.
JPerm3	181	Energy density, joules per cubic metre.

literal	value	description
VPerm	182	Electric field strength, volts per metre.
CPerm3	183	Electric charge density, coulombs per cubic metre.
CPerm2	184	Surface charge density, coulombs per square metre.
FPerm	185	Permittivity, farads per metre.
HPerm	186	Permeability, henrys per metre.
JPermol	187	Molar energy, joules per mole.
JPermolK	188	Molar entropy, molar heat capacity, joules per mole kelvin.
CPerkg	189	Exposure (x rays), coulombs per kilogram.
GyPers	190	Absorbed dose rate, grays per second.
WPersr	191	Radiant intensity, watts per steradian.
WPerm2sr	192	Radiance, watts per square metre steradian.
katPerm3	193	Catalytic activity concentration, katals per cubic metre.
d	195	Time in days, day = 24 h = 86 400 s.
anglemin	196	Plane angle, minutes.
anglesec	197	Plane angle, seconds.
ha	198	Area, hectares.
tonne	199	Mass in tons, "tonne" or "metric ton" (1 000 kg = 1 Mg).
bar	214	Pressure in bars, (1 bar = 100 kPa).
mmHg	215	Pressure, millimetres of mercury (1 mmHg is approximately 133,3 Pa).
M	217	Length, nautical miles (1 M = 1 852 m).
kn	219	Speed, knots (1 kn = 1 852/3 600) m/s.
Mx	276	Magnetic flux, maxwells (1 Mx = 10 ⁻⁸ Wb).
G	277	Magnetic flux density, gaussses (1 G = 10 ⁻⁴ T).
Oe	278	Magnetic field in oersteds, (1 Oe = (103/4π) A/m).
Vh	280	Volt-hour, Volt hours.
WPerA		Active power per current flow, watts per Ampere.
onePerHz		Reciprocal of frequency (1/Hz).
VPerVAr		Power factor, PF, the ratio of the active power to the apparent power. NOTE The sign convention used for power factor will differ between IEC meters and EEI (ANSI) meters. It is assumed that the data consumers understand the type of meter being used and agree on the sign convention in use at any given utility.
ohmPerm	86	Electric resistance per length in ohms per metre ((V/A)/m).
kgPerJ		Weight per energy in kilograms per joule (kg/J). Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
JPers		Energy rate in joules per second (J/s).

8.4.25 ActivePower datatype

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

Table 129 shows all attributes of ActivePower.

Table 129 – Attributes of StateVariablesProfile::ActivePower

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=M)
unit	0..1	UnitSymbol	(const=W)

8.4.26 AngleDegrees datatype

Measurement of angle in degrees.

Table 130 shows all attributes of AngleDegrees.

Table 130 – Attributes of StateVariablesProfile::AngleDegrees

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
unit	0..1	UnitSymbol	(const=deg)
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=none)

8.4.27 CurrentFlow datatype

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

Table 131 shows all attributes of CurrentFlow.

Table 131 – Attributes of StateVariablesProfile::CurrentFlow

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=none)
unit	0..1	UnitSymbol	(const=A)

8.4.28 ReactivePower datatype

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

Table 132 shows all attributes of ReactivePower.

Table 132 – Attributes of StateVariablesProfile::ReactivePower

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
unit	0..1	UnitSymbol	(const=VAr)
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=M)

8.4.29 Voltage datatype

Electrical voltage, can be both AC and DC.

Table 133 shows all attributes of Voltage.

Table 133 – Attributes of StateVariablesProfile::Voltage

name	mult	type	description
value	0..1	Float	
multiplier	0..1	UnitMultiplier	(const=k)
unit	0..1	UnitSymbol	(const=V)

8.4.30 Boolean primitive

A type with the value space "true" and "false".

8.4.31 Date primitive

Date as "yyyy-mm-dd", which conforms with ISO 8601. UTC time zone is specified as "yyyy-mm-ddZ". A local timezone relative UTC is specified as "yyyy-mm-dd(+/-)hh:mm".

8.4.32 Float primitive

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

8.4.33 String primitive

A string consisting of a sequence of characters. The character encoding is UTF-8. The string length is unspecified and unlimited.

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

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61970-456:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	116
INTRODUCTION.....	118
1 Domaine d'application	119
2 Références normatives	119
3 Termes et définitions	120
4 Spécification de profil	121
4.1 Généralités	121
4.1.1 Généralités	121
4.1.2 Profil Steady State Hypothesis (Hypothèse en régime établi).....	121
4.1.3 Profil Topology (Topologie).....	122
4.1.4 Profil State Variables (Variables d'état)	122
4.2 Exigences et contraintes	122
5 Vue d'ensemble	128
5.1 Généralités	128
5.2 Autorités de modélisation.....	128
5.3 Relations entre les profils	130
5.4 Modèle de connectivité	131
6 Cas d'utilisation	133
6.1 Vue d'ensemble	133
6.2 Intégration d'analyse de réseau d'EMS.....	134
6.3 Analyse de réseau fondée sur le calcul de répartition	135
6.4 Partitionnement des modèles et modélisation de la frontière	136
6.4.1 Généralités	136
6.4.2 Frontières du modèle de réseau	136
6.4.3 Fusion des parties de réseau et du modèle.....	137
6.4.4 Partitionnement d'un modèle fusionné	140
7 Modèle de données avec exemples de CIMXML	141
7.1 Traitement de topologie	141
7.1.1 Vue d'ensemble.....	141
7.1.2 Modèles en topologie nodale et de disjoncteur de nœud.....	141
8 Spécification de profil détaillé	143
8.1 Généralités	143
8.2 Paquetage SteadyStateHypothesisProfile	143
8.2.1 Généralités	143
8.2.2 (extrait) ACDCCConverter.....	148
8.2.3 (Description) ACDCCConverterDCTerminal.....	148
8.2.4 (extrait) ACDCTerminal.....	149
8.2.5 (Description) ActivePowerLimit	149
8.2.6 (Description) ApparentPowerLimit.....	150
8.2.7 (Description) AsynchronousMachine	150
8.2.8 (Description) BatteryUnit.....	150
8.2.9 (Description) Breaker.....	151
8.2.10 (extrait) ConductingEquipment.....	151
8.2.11 (Description) ConformLoad	151
8.2.12 (Description) ControlArea	152
8.2.13 (Description) CsConverter	153

8.2.14	(Description) CurrentLimit.....	154
8.2.15	(excerpt) DCBaseTerminal	154
8.2.16	(Description) DCTerminal	154
8.2.17	(Description) Disconnecter.....	155
8.2.18	(Description) DisconnectingCircuitBreaker	155
8.2.19	(excerpt) EnergyConnection	155
8.2.20	(Description) EnergyConsumer	156
8.2.21	(Description) EnergySource	156
8.2.22	Equipment	157
8.2.23	(excerpt) EquivalentEquipment.....	157
8.2.24	(Description) EquivalentInjection	158
8.2.25	(Description) ExternalNetworkInjection	158
8.2.26	(Description) Fuse	159
8.2.27	(Description) GeneratingUnit	159
8.2.28	(Description) GroundDisconnecter	160
8.2.29	(Description) HydroGeneratingUnit	160
8.2.30	(excerpt) classe racine IdentifiedObject.....	160
8.2.31	(Description) Jumper	161
8.2.32	(Description) LinearShuntCompensator	161
8.2.33	(Description) LoadBreakSwitch	162
8.2.34	(Description) NonConformLoad.....	162
8.2.35	(Description) NonlinearShuntCompensator	162
8.2.36	(Description) NuclearGeneratingUnit.....	163
8.2.37	(excerpt) OperationalLimit	163
8.2.38	(excerpt) PhaseTapChanger.....	163
8.2.39	(Description) PhaseTapChangerAsymmetrical	164
8.2.40	(Description) PhaseTapChangerLinear	164
8.2.41	(excerpt) PhaseTapChangerNonLinear.....	165
8.2.42	(Description) PhaseTapChangerSymmetrical	165
8.2.43	(Description) PhaseTapChangerTabular	165
8.2.44	(Description) PowerElectronicsConnection	166
8.2.45	(excerpt) PowerElectronicsUnit.....	166
8.2.46	(excerpt) PowerSystemResource.....	167
8.2.47	(excerpt) ProtectedSwitch.....	167
8.2.48	(Description) RatioTapChanger.....	167
8.2.49	(excerpt,Description) RegulatingCondEq	168
8.2.50	(Description) RegulatingControl	168
8.2.51	(excerpt) RotatingMachine.....	169
8.2.52	(excerpt) ShuntCompensator	170
8.2.53	(Description) SolarGeneratingUnit	170
8.2.54	(Description) StaticVarCompensator	171
8.2.55	(Description) StationSupply	171
8.2.56	(Description) Switch.....	172
8.2.57	(Description) SynchronousMachine.....	172
8.2.58	(excerpt) TapChanger	173
8.2.59	(Description) TapChangerControl	173
8.2.60	(Description) Terminal	174
8.2.61	(Description) ThermalGeneratingUnit.....	174
8.2.62	(Description) VoltageLimit.....	174

8.2.63	(Description) VsConverter.....	175
8.2.64	(Description) WindGeneratingUnit.....	176
8.2.65	Énumération AsynchronousMachineKind	176
8.2.66	Énumération BatteryStateKind	176
8.2.67	Énumération CsOperatingModeKind	177
8.2.68	Énumération CsPpccControlKind	177
8.2.69	Énumération SynchronousMachineOperatingMode	177
8.2.70	Énumération UnitMultiplier.....	177
8.2.71	Énumération UnitSymbol	178
8.2.72	Énumération VsPpccControlKind	184
8.2.73	Énumération VsQpccControlKind	185
8.2.74	Type de données ActivePower.....	186
8.2.75	Type de données AngleDegrees	186
8.2.76	Type de données AngleRadians	186
8.2.77	Type de données ApparentPower	186
8.2.78	Type de données CurrentFlow	187
8.2.79	Type de données PerCent	187
8.2.80	Type de données PU	187
8.2.81	Type de données ReactivePower.....	188
8.2.82	Type de données RealEnergy.....	188
8.2.83	Type de données Resistance.....	188
8.2.84	Type de données Voltage	188
8.2.85	Type primitif de données Boolean.....	189
8.2.86	Type primitif de données Date.....	189
8.2.87	Type primitif de données Float.....	189
8.2.88	Type primitif de données Integer.....	189
8.2.89	Type primitif de données String	189
8.3	Paquetage TopologyProfile	189
8.3.1	Généralités	189
8.3.2	(Description) ACDCCConverterDCTerminal.....	191
8.3.3	(extrait) ACDCTerminal.....	191
8.3.4	(extrait) classe racine BaseVoltage.....	191
8.3.5	(Description) classe racine ConnectivityNode	192
8.3.6	(extrait) classe racine ConnectivityNodeContainer	192
8.3.7	(extrait) DCBaseTerminal	192
8.3.8	(extrait) classe racine DCEquipmentContainer	193
8.3.9	(Description) DCNode.....	193
8.3.10	(Description) DCTerminal	193
8.3.11	DCTopologicalNode	194
8.3.12	(extrait) classe racine IdentifiedObject.....	194
8.3.13	(Description) Terminal	195
8.3.14	TopologicalNode.....	196
8.3.15	Type primitif de données Date	196
8.3.16	(extrait) ReportingGroup.....	196
8.3.17	Type primitif de données String	197
8.4	Paquetage StateVariablesProfile.....	197
8.4.1	Généralités	197
8.4.2	(extrait) ACDCCConverter.....	199
8.4.3	(extrait) ACDCTerminal.....	199

8.4.4	(Description) CsConverter	200
8.4.5	(extrait) classe racine ConductingEquipment	201
8.4.6	DCTopologicalIsland	201
8.4.7	(extrait) DCTopologicalNode	201
8.4.8	(extrait) classe racine IdentifiedObject	202
8.4.9	(extrait) classe racine ShuntCompensator	202
8.4.10	Classe racine SvInjection	202
8.4.11	Classe racine SvPowerFlow	203
8.4.12	Classe racine SvShuntCompensatorSections	203
8.4.13	Classe racine SvStatus	204
8.4.14	Classe racine SvSwitch	204
8.4.15	Classe racine SvTapStep	205
8.4.16	Classe racine SvVoltage	205
8.4.17	(extrait) Switch	206
8.4.18	(extrait) classe racine TapChanger	206
8.4.19	(extrait) Terminal	206
8.4.20	TopologicalIsland	206
8.4.21	(extrait) classe racine TopologicalNode	207
8.4.22	(Description) VsConverter	207
8.4.23	Énumération UnitMultiplier	208
8.4.24	Énumération UnitSymbol	209
8.4.25	Type de données ActivePower	215
8.4.26	Type de données AngleDegrees	215
8.4.27	Type de données CurrentFlow	215
8.4.28	Type de données ReactivePower	216
8.4.29	Type de données Voltage	216
8.4.30	Type primitif de données Boolean	216
8.4.31	Type primitif de données Date	216
8.4.32	Type primitif de données Float	216
8.4.33	Type primitif de données String	216
Bibliographie		217
Figure 1	– Relations entre MAS, profil et dataset	129
Figure 2	– Relations entre les profils	130
Figure 3	– Modèle de connectivité et de solution	132
Figure 4	– Réseau électrique européen avec des régions	133
Figure 5	– Échange d'informations sur le flux d'énergie et résultats en partage	134
Figure 6	– Datasets d'EMS vers un client externe lié	135
Figure 7	– Architecture d'intégration du calcul de répartition en disjoncteur de nœud	135
Figure 8	– Architecture d'intégration du calcul de répartition en topologie nodale	136
Figure 9	– Exemple de dataset de frontière d'une ligne	137
Figure 10	– Exemple de dataset de frontière d'un poste	137
Figure 11	– Modèle fusionné	138
Figure 12	– Autres modélisation de la frontière	139
Figure 13	– Variantes du modèle fusionné	139
Figure 14	– Partitionnement d'un modèle fusionné	140
Figure 15	– Relation entre ConnectivityNode et TopologicalNode	142

Figure 16 – Modélisation de topologie nodale du coupleur de bus et transfert de ligne	143
Figure 17 – Diagramme de classe SteadyStateHypothesisProfile::SteadyStateHypothesisProfile	144
Figure 18 – Diagramme de classe SteadyStateHypothesisProfile::Core	145
Figure 19 – Diagramme de classe SteadyStateHypothesisProfile::DC	146
Figure 20 – Diagramme de classe SteadyStateHypothesisProfile::OperationalLimits	146
Figure 21 – Diagramme de classe SteadyStateHypothesisProfile::Datatypes	147
Figure 22 – Diagramme de classe TopologyProfile::TopologyProfile	190
Figure 23 – Diagramme de classe TopologyProfile::Datatypes	190
Figure 24 – Diagramme de classe StateVariablesProfile::StateVariablesProfile	197
Figure 25 – Diagramme de classe StateVariablesProfile::Datatypes	198
Tableau 1 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ACDCConverter	148
Tableau 2 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile:: ACDCConverterDCTerminal	149
Tableau 3 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ACDCTerminal	149
Tableau 4 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ActivePowerLimit	150
Tableau 5 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ApparentPowerLimit	150
Tableau 6 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::AsynchronousMachine	150
Tableau 7 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::BatteryUnit	151
Tableau 8 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Breaker	151
Tableau 9 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ConductingEquipment	151
Tableau 10 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ConformLoad	152
Tableau 11 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ControlArea	152
Tableau 12 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::CsConverter	153
Tableau 13 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::CurrentLimit	154
Tableau 14 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::DCBaseTerminal	154
Tableau 15 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::DCTerminal	155
Tableau 16 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Disconnecter	155
Tableau 17 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::DisconnectingCircuitBreaker	155
Tableau 18 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::EnergyConnection	156
Tableau 19 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::EnergyConsumer	156
Tableau 20 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::EnergySource	157
Tableau 21 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Equipment	157
Tableau 22 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::EquivalentEquipment	158
Tableau 23 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::EquivalentInjection	158
Tableau 24 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ExternalNetworkInjection	159
Tableau 25 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Fuse	159
Tableau 26 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::GeneratingUnit	160
Tableau 27 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::GroundDisconnecter	160
Tableau 28 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::HydroGeneratingUnit	160
Tableau 29 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::IdentifiedObject	161
Tableau 30 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Jumper	161
Tableau 31 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::LinearShuntCompensator	161

Tableau 32 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::LoadBreakSwitch	162
Tableau 33 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::NonConformLoad	162
Tableau 34 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::NonlinearShuntCompensator	163
Tableau 35 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::NuclearGeneratingUnit	163
Tableau 36 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::OperationalLimit	163
Tableau 37 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChanger	164
Tableau 38 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerAsymmetrical	164
Tableau 39 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerLinear	165
Tableau 40 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerNonLinear	165
Tableau 41 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerSymmetrical	165
Tableau 42 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerTabular	166
Tableau 43 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PowerElectronicsConnection	166
Tableau 44 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PowerElectronicsUnit	166
Tableau 45 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PowerSystemResource	167
Tableau 46 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ProtectedSwitch	167
Tableau 47 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::RatioTapChanger	167
Tableau 48 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::RegulatingCondEq	168
Tableau 49 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::RegulatingControl	169
Tableau 50 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::RotatingMachine	169
Tableau 51 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ShuntCompensator	170
Tableau 52 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::SolarGeneratingUnit	171
Tableau 53 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::StaticVarCompensator	171
Tableau 54 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::StationSupply	171
Tableau 55 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Switch	172
Tableau 56 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::SynchronousMachine	173
Tableau 57 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::TapChanger	173
Tableau 58 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::TapChangerControl	174
Tableau 59 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Terminal	174
Tableau 60 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ThermalGeneratingUnit	174
Tableau 61 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::VoltageLimit	175
Tableau 62 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::VsConverter	175
Tableau 63 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::WindGeneratingUnit	176
Tableau 64 – Libellés de SteadyStateHypothesisProfile::AsynchronousMachineKind	176
Tableau 65 – Libellés de SteadyStateHypothesisProfile::BatteryStateKind	176
Tableau 66 – Libellés de SteadyStateHypothesisProfile::CsOperatingModeKind	177
Tableau 67 – Libellés de SteadyStateHypothesisProfile::CsPpccControlKind	177
Tableau 68 – Libellés de SteadyStateHypothesisProfile::SynchronousMachineOperatingMode	177
Tableau 69 – Libellés de SteadyStateHypothesisProfile::UnitMultiplier	178
Tableau 70 – Libellés de SteadyStateHypothesisProfile::UnitSymbol	179
Tableau 71 – Libellés de SteadyStateHypothesisProfile::VsPpccControlKind	185
Tableau 72 – Libellés de SteadyStateHypothesisProfile::VsQpccControlKind	185

Tableau 73 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ActivePower.....	186
Tableau 74 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::AngleDegrees.....	186
Tableau 75 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::AngleRadians.....	186
Tableau 76 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ApparentPower.....	187
Tableau 77 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::CurrentFlow.....	187
Tableau 78 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PerCent.....	187
Tableau 79 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PU.....	187
Tableau 80 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ReactivePower.....	188
Tableau 81 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::RealEnergy.....	188
Tableau 82 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Resistance.....	188
Tableau 83 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Voltage.....	189
Tableau 84 – Attributs de TopologyProfile::ACDCConverterDCTerminal.....	191
Tableau 85 – Extrémités d'association de TopologyProfile::ACDCConverterDCTerminal avec d'autres classes.....	191
Tableau 86 – Attributs de TopologyProfile::ACDCTerminal.....	191
Tableau 87 – Extrémités d'association de TopologyProfile::ConnectivityNode avec d'autres classes.....	192
Tableau 88 – Attributs de TopologyProfile::DCBaseTerminal.....	192
Tableau 89 – Extrémités d'association de TopologyProfile::DCBaseTerminal avec d'autres classes.....	192
Tableau 90 – Attributs de TopologyProfile::DCNode.....	193
Tableau 91 – Extrémités d'association de TopologyProfile::DCNode avec d'autres classes.....	193
Tableau 92 – Attributs de TopologyProfile::DCTerminal.....	193
Tableau 93 – Extrémités d'association de TopologyProfile::DCTerminal avec d'autres classes.....	194
Tableau 94 – Attributs de TopologyProfile::DCTopologicalNode.....	194
Tableau 95 – Extrémités d'association de TopologyProfile::DCTopologicalNode avec d'autres classes.....	194
Tableau 96 – Attributs de TopologyProfile::IdentifiedObject.....	195
Tableau 97 – Attributs de TopologyProfile::Terminal.....	195
Tableau 98 – Extrémités d'association de TopologyProfile::Terminal avec d'autres classes.....	195
Tableau 99 – Attributs de TopologyProfile::TopologicalNode.....	196
Tableau 100 – Extrémités d'association de TopologyProfile::TopologicalNode avec d'autres classes.....	196
Tableau 101 – Attributs de TopologyProfile::ReportingGroup.....	197
Tableau 102 – Attributs de StateVariablesProfile::ACDCConverter.....	199
Tableau 103 – Attributs de StateVariablesProfile::ACDCTerminal.....	199
Tableau 104 – Attributs de StateVariablesProfile::CsConverter.....	200
Tableau 105 – Attributs de StateVariablesProfile::DCTopologicalIsland.....	201
Tableau 106 – Extrémités d'association de StateVariablesProfile::DCTopologicalIsland avec d'autres classes.....	201
Tableau 107 – Attributs de StateVariablesProfile::DCTopologicalNode.....	201
Tableau 108 – Attributs de StateVariablesProfile::IdentifiedObject.....	202
Tableau 109 – Attributs de StateVariablesProfile::SvInjection.....	202

Tableau 110 – Extrémités d'association de StateVariablesProfile::SvInjection avec d'autres classes	203
Tableau 111 – Attributs de StateVariablesProfile::SvPowerFlow	203
Tableau 112 – Extrémités d'association de StateVariablesProfile::SvPowerFlow avec d'autres classes	203
Tableau 113 – Attributs de StateVariablesProfile::SvShuntCompensatorSections	204
Tableau 114 – Extrémités d'association de StateVariablesProfile::SvShuntCompensatorSections avec d'autres classes	204
Tableau 115 – Attributs de StateVariablesProfile::SvStatus	204
Tableau 116 – Extrémités d'association de StateVariablesProfile::SvStatus avec d'autres classes	204
Tableau 117 – Attributs de StateVariablesProfile::SvSwitch	205
Tableau 118 – Extrémités d'association de StateVariablesProfile::SvSwitch avec d'autres classes	205
Tableau 119 – Attributs de StateVariablesProfile::SvTapStep	205
Tableau 120 – Extrémités d'association de StateVariablesProfile::SvTapStep avec d'autres classes	205
Tableau 121 – Attributs de StateVariablesProfile::SvVoltage	206
Tableau 122 – Extrémités d'association de StateVariablesProfile::SvVoltage avec d'autres classes	206
Tableau 123 – Attributs de StateVariablesProfile::Terminal	206
Tableau 124 – Attributs de StateVariablesProfile::TopologicalIsland	207
Tableau 125 – Extrémités d'association de StateVariablesProfile::TopologicalIsland avec d'autres classes	207
Tableau 126 – Attributs de StateVariablesProfile::VsConverter	208
Tableau 127 – Libellés de StateVariablesProfile::UnitMultiplier	208
Tableau 128 – Libellés de StateVariablesProfile::UnitSymbol	210
Tableau 129 – Attributs de StateVariablesProfile::ActivePower	215
Tableau 130 – Attributs de StateVariablesProfile::AngleDegrees	215
Tableau 131 – Attributs de StateVariablesProfile::CurrentFlow	216
Tableau 132 – Attributs de StateVariablesProfile::ReactivePower	216
Tableau 133 – Attributs de StateVariablesProfile::Voltage	216

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

L'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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2018. Cette édition constitue une révision technique. Elle est fondée sur la version UML de l'IEC 61970 "IEC61970CIM17v40" datée du 2020-08-24.

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

- a) mise à jour pour prendre en charge le CIM17 (IEC 61970-301:2020+AMD1) et s'aligner sur l'IEC 61970-452:ED4;

- b) les classes PowerElectronicsConnection, PowerElectronicsUnit et PowerElectronicsWindUnit sont ajoutées au profil SSH (Steady State Hypothesis) pour correspondre aux modifications apportées au profil CoreEquipment de l'édition 4 de l'IEC 61970-452;
- c) ajout des termes pertinents utilisés dans le présent document;
- d) clarification de l'utilisation de Equipment.inService et de Equipment.normallyInService.

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

Projet	Rapport de vote
57/2406/FDIS	57/2440/RVD

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

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

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

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 du présent document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture du présent document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer le présent document 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 qui représente 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. Le présent document décrit la charge utile ("payload") acheminée lorsque des applications communiquent par l'intermédiaire d'un système de messagerie. Cependant, la présente norme n'inclut pas la méthode d'échange et elle est donc applicable à une diversité de mises en œuvre d'échanges. Les exemples présentés dans le présent document sont fondés sur les données échangées au format spécifié dans la norme de modèle d'échange CIM XML IEC 61970-552.

Le présent document spécifie trois profils:

- le profil Steady State Hypothesis (SSH - Hypothèse en régime établi) 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 (TP) 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 avec des SSH comme entrées en utilisant un traitement de topologie, ou par un outil avec lequel un utilisateur construit un modèle de topologie de manière interactive. Par conséquent, un modèle de topologie est défini comme une sortie;
- profil State Variables (SV - Variables d'état) qui décrit la solution d'un réseau électrique, telle que produite par les calculs de répartition ou les applications d'estimation d'état.

Le présent document décrit les entrées et les solutions (sorties) 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 qui correspondent 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 qui produisent une solution en régime établi d'un réseau électrique dans un ensemble de cas d'utilisation inclus à titre informatif dans le présent document.

Le présent document s'adresse à deux destinataires distincts, les producteurs de données et les destinataires de données. Il peut être interprété 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 définit 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 profil définit dans le présent document est 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 qui a satisfait à certains critères de solution.

2 Références normatives

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

IEC 61970-301:2020, *Energy management system application program interface (EMS-API)– Part 301: Common information model (CIM) base* (disponible en anglais seulement)

IEC 61970-301:2020/AMD1:—¹

IEC 61970-452:2021, *Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) – Partie 452: Profils du modèle de réseau de transport statique CIM*

¹ En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC/RPVC 61970-301/AMD1:2021

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

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>

3.1

modèle assemblé

modèle d'ensemble d'autorités de modèle avec des références internes résolues

3.2

ensemble de frontières

ensemble qui contient tous les points de frontière nécessaires à un modèle fusionné

3.3

document/distribution CIM XML

fichier d'instance sérialisé conformément à l'IEC 61970-552

3.4

distribution

représentation spécifique d'un ensemble de données

Note 1 à l'article: Un ensemble de données peut être disponible en plusieurs sérialisations qui peuvent différer de différentes manières, notamment par le langage naturel, le type ou le format de support, l'organisation schématique, la résolution temporelle et spatiale. Le niveau de détail de la distribution est défini par un ou plusieurs profils auxquels l'ensemble de données est conforme.

3.5

références externes résolues

état dans lequel il n'y a aucune référence en suspens dans les modèles d'ensembles d'autorités de modèle

3.6

références d'en-tête résolues

état dans lequel les références définies dans l'en-tête du modèle sont résolues

3.7

références internes résolues

état dans lequel il n'y a aucune référence en suspens dans le modèle d'ensembles d'autorités de modèle

3.8

modèle fusionné

modèle qui est une union de différents modèles assemblés avec des références externes et d'en-tête résolues

3.9

profil

modèle de données pour décrire le fichier d'instance pour l'échange de données CIM

Note 1 à l'article: Un profil est un sous-ensemble de classes, d'associations et d'attributs nécessaires pour accomplir un type spécifique d'interface et fondé sur un modèle de données CIM. Les profils peuvent imposer des règles plus strictes aux classes et associations d'origine. Un profil est généralement converti en schéma (XSD, RDF, OWL, etc.) qui peut être utilisé pour créer, lire et valider des fichiers d'instance pour l'échange de données.

Note 2 à l'article: Ce terme peut être utilisé pour définir soit le modèle sémantique pour une charge utile de données d'instance, soit le schéma syntaxique pour une charge utile de données d'instance. Un profil peut être exprimé dans des fichiers XSD, RDF et/ou OWL. Les données d'une instance conforme à un profil peuvent être soumises à l'essai dans les échanges entre applications. Un profil est nécessaire pour "utiliser" le modèle canonique.

3.10

modèle résolu

modèle qui contient des instances de variables d'état (SV)

3.11

modèle en topologie nodale

représentation simplifiée qui est le résultat d'un traitement de topologie d'un modèle de disjoncteur de nœud

Note 1 à l'article: Il ne comprend pas de configuration complète des disjoncteurs et des jeux de barres, mais les disjoncteurs de maintien sont admis. Cette représentation est utilisée par des algorithmes d'estimation de flux d'énergie ou d'état.

3.12

modèle de disjoncteur de nœud

représentation détaillée qui comprend une configuration complète des disjoncteurs et des jeux de barres

3.13

réseau électrique

modèle qui décrit une situation de réseau électrique en régime établi, y compris le statut des équipements, les objectifs de contrôle et l'échange d'énergie

Note 1 à l'article: Il peut s'agir d'un estimateur d'état ou d'un flux d'énergie.

3.14

cas de base

réseau électrique qui sert de base à d'autres études comme le court-circuit, la stabilité dynamique ou l'analyse de contingence

4 Spécification de profil

4.1 Généralités

4.1.1 Généralités

Les profils définis dans le présent document ont les informations de version suivantes.

4.1.2 Profil Steady State Hypothesis (Hypothèse en régime établi)

- Titre: Vocabulaire Steady State hypothesis
- Mot-clé: SSH
- Description: Ce vocabulaire décrit le profil d'hypothèse en régime de l'IEC 61970-456.
- Version IRI: <http://iec.ch/TC57/ns/CIM/SteadyStateHypothesis/2.0>
- Informations sur la version: 2,0.0
- Version antérieure: <http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/SteadyStateHypothesis/1>
- Conforme à: urn:iso:std:iec:61970-456:ed-3|urn:iso:std:iec:61970-301:ed- 7:amd1|file:///iec61970cim17v40_iec61968cim13v13a_iec62325cim03v17a.eap|urn:iso:std:iec:61970-401:draft:ed- 1|urn:iso:std:iec:61970-501:draft:ed-2
- Identifiant: urn:uuid:527c4385-0429-4987-9b1c-495be6e3ef63

4.1.3 Profil Topology (Topologie)

- Titre: Vocabulaire Topology
- Mot-clé: TP
- Description: Ce vocabulaire décrit le profil de topologie de l'IEC 61970-456.
- Version IRI: <http://iec.ch/TC57/ns/CIM/Topology/5.0>
- Informations sur la version: 5.0.0
- Version antérieure: <http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/Topology/4>
- Conforme à: urn:iso:std:iec:61970-456:ed-3|urn:iso:std:iec:61970-301:ed-7:amd1|file://iec61970cim17v40_iec61968cim13v13a_iec62325cim03v17a.eap|urn:iso:std:iec:61970-401:draft:ed-1|urn:iso:std:iec:61970-501:draft:ed-2
- Identifiant: urn:uuid:e36dcb99-2368-4eac-88ac-0be58a44af63

4.1.4 Profil State Variables (Variables d'état)

- Titre: Vocabulaire State Variables
- Mot-clé: SV
- Description: Ce vocabulaire décrit le profil des variables d'état de l'IEC 61970-456.
- Version IRI: <http://iec.ch/TC57/ns/CIM/StateVariables/5.0>
- Informations sur la version: 5.0.0
- Version antérieure: <http://iec.ch/TC57/2013/61970-456/StateVariables/4>
- Conforme à: urn:iso:std:iec:61970-456:ed-3|urn:iso:std:iec:61970-301:ed-7:amd1|file://iec61970cim17v40_iec61968cim13v13a_iec62325cim03v17a.eap|urn:iso:std:iec:61970-401:draft:ed-1|urn:iso:std:iec:61970-501:draft:ed-2
- Identifiant: urn:uuid:f9744f43-258c-49cd-8d8d-449ab427a490

4.2 Exigences et contraintes

Le présent paragraphe définit les exigences et les contraintes qui doivent être satisfaites par les applications conformes au présent document. La dénomination des règles ne doit pas être utilisée pour le traitement machine. Les noms des règles ne sont qu'une chaîne de caractères. La convention de dénomination des contraintes est la suivante.

"{rule.Type}:{rule.Standard}:{rule.Profile}:{rule.Property}:{rule.Name}"

où

- rule.Type: C – pour contrainte; R – pour exigence
- rule.Standard: le numéro de la norme, par exemple 456 pour l'IEC 61970-456, 452 pour l'IEC 61970-452.
- rule.Profile: l'abréviation du profil, par exemple TP pour profil de topologie. Si elle est définie sur "ALL", la contrainte est applicable à tous les profils IEC 61970-456.
- rule.Property: rule.Property: pour les classes UML, le nom de la classe, pour les attributs et associations, le nom de la classe et de l'attribut ou de l'extrémité

d'association, par exemple EnergyConsumer, IdentifiedObject.name, etc. Si elle est définie sur "NA", la propriété n'est pas applicable à un élément UML spécifique.

rule.Name: le nom de la règle. Il est unique pour une même propriété.

Exemple: C:456:TP:IdentifiedObject.name:stringLength

Le présent paragraphe inclut les règles et contraintes définies dans l'IEC 61970-452, marquée "452". Elles sont incluses pour rendre la validation autonome. La règle et les contraintes qui sont marquées "456" sont maîtrisées dans le présent document.

- R:452:ALL:NA:exchange
Les attributs et associations facultatifs et exigés doivent être importés et exportés s'ils se trouvent dans le fichier modèle avant l'importation.
- R:452:ALL:NA:exchange1
Si un attribut facultatif n'existe pas dans le fichier importé, il ne doit pas être exporté au cas où exactement le même ensemble de données est exporté, c'est-à-dire que l'outil n'est pas obligé de fournir automatiquement cet attribut. Si l'exportation résulte d'une action de l'utilisateur effectuée après l'importation, par exemple le traitement des données ou la mise à jour du modèle, l'exportation peut contenir des attributs facultatifs.
- R:452:ALL:NA:exchange2
Dans la plupart des profils, la sélection des attributs facultatifs et exigés est faite de manière à assurer un ensemble minimal d'attributs exigés sans lesquels l'échange ne satisfait pas à son objectif de base. Les processus métier qui régissent les différents échanges peuvent exiger l'échange obligatoire de certains attributs ou associations facultatifs. Les attributs et associations facultatifs et exigés doivent donc être pris en charge par des applications qui revendiquent la conformité avec certaines fonctionnalités de l'IEC 61970-452. Cela permet aux processus métier de s'adapter aux différentes exigences métier et de fonder les échanges sur des applications conformes à l'IEC 61970-452.
- R:452:ALL:NA:exchange3
Un exportateur peut, à sa discrétion, produire une sérialisation qui contient des données de classe supplémentaires décrites par le schéma CIM, mais qui ne sont pas exigées par le présent document, à condition que ces données respectent les conventions établies à l'Article 5.
- R:452:ALL:NA:exchange4
Du point de vue de l'importation des modèles utilisés par un destinataire de données, le document décrit un sous-ensemble du CIM que le logiciel d'importation doit être capable d'interpréter pour importer les modèles exportés. Les fournisseurs de données sont libres d'aller au-delà des exigences minimales décrites dans le présent document pour autant que les fichiers de données qu'ils produisent soient conformes au schéma CIM et aux conventions établies à l'Article 5. Le document décrit donc des classes et des données de classe supplémentaires que, bien que non exigées, les exportateurs choisissent, selon toute probabilité, d'inclure dans leurs fichiers de données. Les classes et données supplémentaires sont marquées comme étant exigées (cardinalité 1..1) ou facultatives (cardinalité 0..1) pour les distinguer de leurs homologues qui sont exigés. À noter, cependant, que les importateurs de données peuvent potentiellement recevoir des données qui contiennent des instances de toutes les classes décrites par le schéma CIM.
- R:452:ALL:NA:cardinality
La cardinalité définie dans le modèle CIM doit être suivie, à moins qu'une cardinalité plus restrictive ne soit explicitement définie dans le présent document. Par exemple, la cardinalité sur l'association entre VoltageLevel et BaseVoltage indique que VoltageLevel doit être associé à un et un seul BaseVoltage, mais BaseVoltage peut être associé à zéro à plusieurs VoltageLevels.
- R:452:ALL:NA:associations
Les associations entre les classes référencées et les classes non référencées dans le présent document ne sont pas exigées, quelle que soit la cardinalité.

- R:452:ALL:IdentifiedObject.name:rule
Il n'est pas exigé que l'attribut "name", hérité par de nombreuses classes de la classe abstraite IdentifiedObject, soit unique. Il doit s'agir d'un identifiant lisible par l'homme sans informations supplémentaires intégrées qui peuvent nécessiter une analyse. Cet attribut est utilisé à des fins telles que la mise au point de l'interface utilisateur et de l'échange de données. Le MRID défini dans le format d'échange de données est le seul identifiant unique et persistant utilisé pour cet échange de données. L'attribut IdentifiedObject.name est toutefois toujours exigé pour le profil CoreEquipment et le profil ShortCircuit.
- R:452:ALL:IdentifiedObject.description:rule
L'attribut "description" hérité par de nombreuses classes de la classe abstraite IdentifiedObject doit contenir du texte lisible par l'homme sans informations supplémentaires intégrées qui peuvent nécessiter une analyse.
- R:452:ALL:NA:uniqueIdentifier
Tous les IdentifiedObject-s doivent avoir un identifiant permanent et généralement unique (Master Resource Identifier - mRID).
- R:452:ALL:NA:unitMultiplier
Pour l'échange des attributs définis à l'aide des types de données CIM (ActivePower, Susceptance, etc.), un multiplicateur d'unité de 1 est utilisé si le multiplicateur d'unité spécifié dans le présent document est "none" (aucun).
- R:456:SV:SvPowerFlow:instance
Il doit au moins y avoir une instance de SvPowerFlow associée à Terminal pour toutes les classes suivantes et leur spécialisation (sous-classe) qui fait partie d'une TopologicalIsland sous tension: RotatingMachine, EnergyConsumer, EquivalentInjection, ShuntCompensator, StaticVarCompensator, ExternalNetworkInjection, PowerElectronicsConnection et EnergySource. Des instances supplémentaires de SvPowerFlow peuvent être disponibles en option pour d'autres équipements en service (SvStatus.inService=true) et sous tension (équipements connectés à un TopologicalNode qui fait partie de TopologicalIsland).
- C:456:SSH:ACDCConverter:targets
Les valeurs cibles et les attributs associés pour ACDCConverter et ses sous-classes sont facultatifs en SSH. Toutefois, selon le mode de contrôle du convertisseur, certains des attributs doivent être considérés comme exigés. La description des modes de contrôle dans les énumérations CsPpccControlKind, VsPpccControlKind et VsQpccControlKind fournit des informations sur les attributs nécessaires qui sont ensuite considérés comme des attributs exigés pour chaque mode de contrôle en SSH.
- C:456:SSH:EnergyConsumer.p:ValueRange
EnergyConsumer.p doit être nulle ou une valeur positive. La production d'énergie doit être modélisée comme une classe de producteur d'énergie (GeneratingUnit, par exemple) ou une classe Equivalent.
- C:456:SSH:EnergyConsumer.q:ValueRange
EnergyConsumer.q doit être nulle ou une valeur positive. La production d'énergie doit être modélisée comme une classe de producteur d'énergie (GeneratingUnit, par exemple) ou une classe Equivalent.
- C:456:SSH:EnergySource:EnergySourcePQ
Les attributs voltageAngle et voltageMagnitude ne doivent pas être utilisés lorsque EnergySource représente une injection de puissance active et réactive constante (injection PQ), c'est-à-dire qu'ils ne doivent être utilisés que lorsque EnergySource modélise une source de tension.
- C:456:SSH:EquivalentInjection.p:limits
La valeur négative (nécessaire en raison de la convention de signe) de EquivalentInjection.p doit être inférieure ou égale à EquivalentInjection.maxP et doit être supérieure ou égale à EquivalentInjection.minP.
- C:456:SSH:EquivalentInjection.q:limits

La valeur négative (nécessaire en raison de la convention de signe) de `EquivalentInjection.q` doit être inférieure ou égale à `EquivalentInjection.maxQ` et doit être supérieure ou égale à `EquivalentInjection.minQ`.

- C:456:SSH:EquivalentInjection:regulation

Si la capacité d'`EquivalentInjection.regulationCapability` en EQ est vraie, alors `EquivalentInjection.regulationStatus` et `EquivalentInjection.regulationTarget` sont exigés en SSH. Si `EquivalentInjection.regulationCapability` en EQ est fausse, alors `EquivalentInjection.regulationStatus` et `EquivalentInjection.regulationTarget` ne sont pas échangés en SSH.

- C:456:SSH:ExternalNetworkInjection.p:limits

La valeur négative (nécessaire en raison de la convention de signe) de `ExternalNetworkInjection.p` doit être inférieure ou égale à `ExternalNetworkInjection.maxP` et doit être supérieure ou égale à `ExternalNetworkInjection.minP`.

- C:456:SSH:ExternalNetworkInjection.q:limits

La valeur négative (nécessaire en raison de la convention de signe) de `ExternalNetworkInjection.q` doit être inférieure ou égale à `ExternalNetworkInjection.maxQ` et doit être supérieure ou égale à `ExternalNetworkInjection.minQ`.

- C:456:SSH:GeneratingUnit.normalPF:values

`GeneratingUnit.normalPF` est normalement égal à zéro pour les générateurs qui ne sont pas sous tension (ne participent pas au flux de charge). Il peut avoir un numéro dans le cas où l'activation de `GeneratingUnit` est une action corrective. Comme les valeurs de `.normalPF` ne sont pas normalisées entre les différents ensembles d'autorité de modèle, l'application qui importe un modèle doit comporter une configuration logique de calcul du flux d'énergie pour pouvoir normaliser les valeurs de `.normalPF` aux fins de l'écart distribué et pour préserver les valeurs originales de `GeneratingUnit.normalPF` en cas d'exportation.

- C:456:SSH:NA:angleReference

Référence de l'angle: Dans les cas où il est exigé d'échanger un modèle résolu et de comparer les résultats du flux d'énergie (en supposant des méthodes de calcul et des conditions initiales identiques/comparables), il est exigé que l'écart de référence de l'angle soit placé dans le modèle exporté. Le générateur d'écart est la `SynchronousMachine` connectée au `TopologicalNode` référencé par `TopologicalIsland.AngleRefTopologicalNode` et qui a la plus haute `SynchronousMachine.referencePriority` dans le SSH de l'ensemble d'autorité de modèle exporté.

- C:456:SSH:NA:distributedActivePowerSlack

Écart de puissance active de plusieurs générateurs par `ControlArea` (zone de contrôle): toutes les `GeneratingUnits` ont un `normalPF` non nul, mais il doit y avoir une `GeneratingUnit` par `ControlArea` qui a un facteur de participation maximal (le plus élevé) (`GeneratingUnit.normalPF`) afin que cette `GeneratingUnit` soit utilisée comme un seul écart de puissance active au cas où l'outillage ne peut pas supporter un écart de puissance active de plusieurs générateurs par `ControlArea`.

- C:456:SSH:NA:notSolvedModel

En cas d'échange de modèle non résolu (c'est-à-dire que le profil SV n'est pas échangé), les outils doivent attribuer le nœud de référence d'angle en utilisant les informations du SSH (`SynchronousMachine.referencePriority` ou `GeneratingUnit.normalPF` la plus élevée dans le SSH de l'ensemble d'autorité de modèle exporté).

- C:456:SSH:NA:singleActivePowerSlack

Écart de puissance active d'un seul générateur par `ControlArea`: un générateur a un `GeneratingUnit.normalPF` réglé sur une valeur maximale (non nulle) et tous les autres ont un `GeneratingUnit.normalPF` réglé sur zéro.

- C:456:SSH:RegulatingControl.targetValue:value

`RegulatingControl.targetValue` doit être une valeur positive dans les cas où `RegulatingControl.mode` est réglé sur la tension dans le profil EQ.

- C:456:SSH:RotatingMachine.p:limits

La valeur négative (nécessaire en raison de la convention de signe) de `RotatingMachine.p` doit être inférieure ou égale à `GeneratingUnit.maxOperatingP` et doit être supérieure ou égale à `GeneratingUnit.minOperatingP`. Ceci s'applique indépendamment du fait que `Equipment` soit en service.

- C:456:SSH:RotatingMachine.q:limits

Dans le cas où il n'y a pas de `ReactiveCapabilityCurve` associée à `SynchronousMachine`, la valeur négative (nécessaire en raison de la convention de signe) de `RotatingMachine.q` doit être inférieure ou égale à `SynchronousMachine.maxQ` et doit être supérieure ou égale à `SynchronousMachine.minQ`. Ceci s'applique indépendamment du fait que `Equipment` soit en service.

- C:456:SSH:RotatingMachine.pCapabilityCurve

Dans les cas où `ReactiveCapabilityCurve` est associée, `RotatingMachine.p` doit être inférieure ou égale à la valeur de la puissance active maximale définie par la courbe et elle doit être supérieure ou égale à la valeur de la puissance active minimale définie par la courbe. NOTE: Le mode de fonctionnement de la machine (par exemple, moteur, générateur, etc.) doit être pris en considération.

- C:456:SSH:RotatingMachine.qCapabilityCurve

Dans les cas où `ReactiveCapabilityCurve` est associée, `RotatingMachine.q` doit être inférieure ou égale à la valeur de la puissance active maximale définie par la courbe et elle doit être supérieure ou égale à la valeur de la puissance active minimale définie par la courbe. NOTE: Le mode de fonctionnement de la machine (par exemple, moteur, générateur, etc.) doit être pris en considération.

- C:456:SSH:ShuntCompensator.sections:value

Dans les cas où `RegulatingControl.discrete` est vrai et `RegulatingControl.enabled` est vrai, `ShuntCompensator.sections` doit être un nombre entier.

- C:456:SSH:SynchronousMachine.operatingMode:matchType

`SynchronousMachine.operatingMode` doit être compatible avec `SynchronousMachine.type`.

- `SynchronousMachine.operatingMode` = "motor" doit être fourni pour `SynchronousMachine.type` dans ["motor", "generatorOrMotor", "motorOrCondenser", "generatorOrCondenserOrMotor"],
- `SynchronousMachine.operatingMode` = "condenser" doit être fourni pour `SynchronousMachine.type` dans ["condenser", "generatorOrCondenser", "motorOrCondenser", "generatorOrCondenserOrMotor"], et
- `SynchronousMachine.operatingMode` = "generator" doit être fourni pour `SynchronousMachine.type` dans ["generator", "generatorOrMotor", "generatorOrCondenser", "generatorOrCondenserOrMotor"].

- C:456:SSH:TapChanger.step:value

Dans les cas où `RegulatingControl.discrete` est vrai et `RegulatingControl.enabled` est vrai, `TapChanger.step` doit être un nombre entier.

- C:456:SV:IdentifiedObject.name:stringLength

La chaîne `IdentifiedObject.name` comporte 128 caractères au plus.

- C:456:SV:SvPowerFlow.p:synchronousMachine

`SvPowerFlow.p` donné par la solution de flux d'énergie en régime établi pour une `SynchronousMachine` doit normalement se situer dans les limites de la capacité de la machine définie dans `ReactiveCapabilityCurve` ou dans `GeneratingUnit.maxOperatingP` et `GeneratingUnit.minOperatingP` lorsque la `ReactiveCapabilityCurve` n'est pas présente. L'énergie active peut être en dehors de la capacité dans le cadre du démarrage ou de l'arrêt du générateur. Le CIM ne peut pas représenter un mode de fonctionnement différent, donc cette contrainte ne donne qu'un avertissement. Noter que différents processus d'échange de données peuvent attribuer une sévérité plus restrictive en fonction des besoins métier et de l'algorithme de flux de puissance appliqué par le processus métier.

- C:456:SV:SvPowerFlow.q:synchronousMachine

SvPowerFlow.q donné par la solution de flux d'énergie en régime établi pour SynchronousMachine doit normalement se situer dans les limites de la capacité de la machine définie dans la ReactiveCapabilityCurve ou dans SynchronousMachine.maxQ, SynchronousMachine.minQ lorsque la ReactiveCapabilityCurve n'est pas présente. La puissance réactive peut être en dehors de la capacité si le flux d'énergie exclut la restriction réactive. Le CIM ne peut pas représenter cela, donc cette contrainte donne également un avertissement. Noter que différents processus d'échange de données peuvent attribuer une sévérité plus restrictive en fonction des besoins métier et de l'algorithme de flux de puissance appliqué par le processus métier.

- C:456:SV:SvShuntCompensatorSections.sections:value
Dans les cas où RegulatingControl.discrete est vrai et RegulatingControl.enabled est vrai, SvShuntCompensatorSections.sections doit être un nombre entier.
- C:456:SV:SvSwitch:instance
SvSwitch doit être échangé contre tous les appareils de coupure. Dans la plupart des cas, il est attendu que SvSwitch.open dans les données d'instance SV soit identique à Switch.open dans les données d'instance SSH. Cependant, dans les cas où une commande de régulation modifie l'état de connexion de l'appareil contrôlé, une différence entre SvSwitch.open et Switch.open peut se produire.
- C:456:SV:SvTapStep.position:value
Dans les cas où RegulatingControl.discrete est vrai et RegulatingControl.enabled est vrai, SvTapStep.position doit être un nombre entier.
- C:456:SV:SvVoltage.v:absoluteLimit
SvVoltage.v doit être supérieur à 0,4 pu dans les cas où les limites de tension associées ne définissent pas une plage de limites différentes.
- C:456:SV:SvVoltage.v:limits
SvVoltage.v doit être inférieur ou égal à VoltageLimit.value associé à OperationalLimitType.limitType=highVoltage et supérieur ou égal à VoltageLimit.value associé à OperationalLimitType.limitType=lowVoltage.
- C:456:SV:TopologicalIsland:instance
Au moins une instance de TopologicalIsland doit être présente par instance de SV.
Les TopologicalIsland-s pour un modèle fusionné qui sont définis dans le fichier d'instance des variables d'état pour le modèle fusionné sont créés avec la résolution sur le flux d'énergie du modèle fusionné, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de TopologicalIsland-s définis par ensemble d'autorité de modèle dans un modèle fusionné. Dans le cas où un modèle fusionné résolu est échangé contre un seul ensemble d'autorité de modèle, le fichier d'instance des variables d'état doit inclure au moins une instance de TopologicalIsland.
- C:456:TP:IdentifiedObject.description:stringLength
La chaîne IdentifiedObject.description comporte 256 caractères au plus.
- C:456:TP:IdentifiedObject.name:instance
Le nom est exigé pour toutes les classes du profil, sauf pour ACDCTerminal.
- C:456:TP:IdentifiedObject.name:stringLength
La chaîne IdentifiedObject.name comporte 128 caractères au plus.
- C:456:TP:Terminal:switch
Les Terminal-s des deux côtés d'un Switch (interrupteur) de maintien (Switch.retained=vrai) ou de l'une de ses sous-classes ne doivent pas être connectés au même TopologicalNode.
- C:456:TP:TopologicalNode:containment
L'association TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer est exigée, mais le CGMES ne précise pas vers quel type de EquipmentContainer l'association doit pointer. Par conséquent, l'association TopologicalNode.ConnectivityNodeContainer doit pointer vers tout type de EquipmentContainer donné par l'équipement de connexion (qui est lié au

Terminal associé). La validation par machine n'est pas effectuée. Il est exigé que l'importation et l'exportation n'apportent aucune modification à cette association.

5 Vue d'ensemble

5.1 Généralités

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 qui régissent 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 l'élaboration 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 fondée 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.

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 permet aux parties qui l'utilisent pour collaborer dans un certain processus métier d'élaborer des accords commerciaux complémentaires qui décrivent toutes les restrictions et personnalisations du document qui sont jugées nécessaires pour le processus métier. Dans la plupart des cas, ces accords supplémentaires sont des accords locaux et ne sont donc pas inclus dans les normes IEC.

5.2 Autorités de modélisation

Pour satisfaire aux 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).

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 qui constituent 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 de réseau sont définies comme appartenant à 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 de réseau. Les datasets de différents MAS se combinent pour former l'ensemble complet de données pour ce profil. La Figure 1 représente cette combinaison.

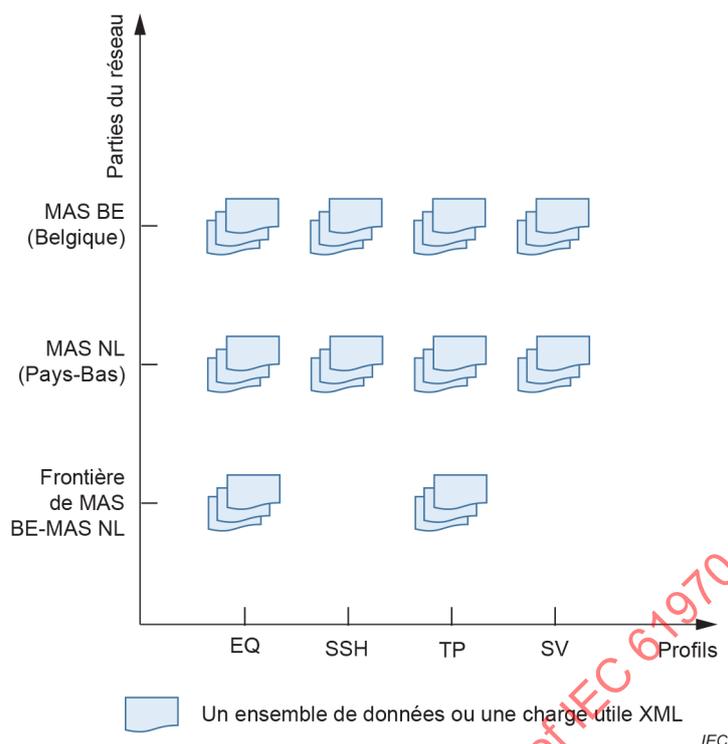


Figure 1 – Relations entre MAS, profil et dataset

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

- EQ pour équipement comme cela est défini dans l'IEC 61970-452;
- SSH pour les données initiales de flux d'énergie, TP pour les données de topologie, SV pour les données de variables d'état, comme cela est 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 de 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 de 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 de 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.

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 à 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 de nombreux datasets qui représentent, 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 existantes 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.

5.3 Relations entre les profils

La Figure 2 représente certains des profils qui sont définis par la série IEC 61970 (partie 450 à partie 499) et indique leurs relations.

Les modèles de réseau utilisés dans l'exploitation incluent des descriptions détaillées de mesurages 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 mesurages et les appareils de coupure. Au lieu de calculer les nœuds topologiques (TopologicalNode-s) à partir des états des appareils de coupure, les nœuds topologiques sont maintenus manuellement dans des outils en topologie nodale existants.

Les représentations des modèles de disjoncteur de nœud et de topologie nodale peuvent être combinées dans un modèle assemblé ou en fusion, ce qui est assuré par la construction de modèles à l'aide de ConnectivityNode-s.

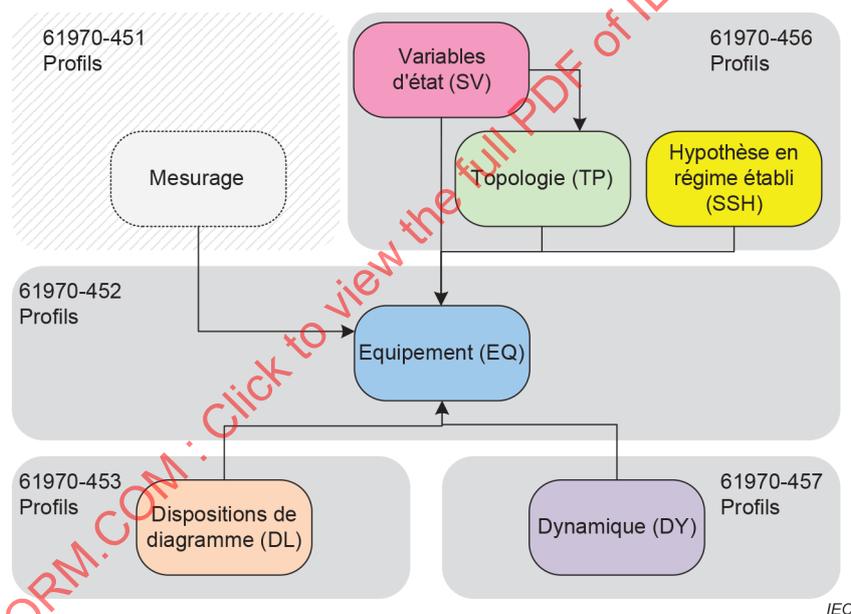


Figure 2 – Relations entre les profils

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 mesurages du SCADA vers les applications EMS n'existent pas encore et sont en cours d'élaboration.

L'IEC 61970-452 définit des profils (ou sous-ensembles) spécifiques du CIM pour l'échange de données sur les réseaux électriques statiques entre les fournisseurs, les coordinateurs de sécurité et les autres entités participant à un réseau électrique interconnecté, de sorte que toutes les parties aient accès à la modélisation des systèmes de leur voisin qui est nécessaire pour exécuter des applications d'estimation de l'état ou de flux d'énergie. Actuellement, trois profils ont été définis: le profil EquipmentCore, le profil Operation et le profil ShortCircuit.

Les systèmes de gestion d'énergie et plusieurs outils de modélisation et de simulation de réseaux utilisent une variété de présentations schématiques et quasi géographiques dans leurs

interfaces utilisateur. Elles sont parfois générées automatiquement, mais le plus souvent, elles sont dessinées à la main et leur création et leur maintenance exigent un travail considérable. La majeure partie de ce travail est consacrée à la disposition des éléments du réseau électrique dans le diagramme global. L'IEC 61970-453 spécifie des lignes directrices relatives à l'échange d'informations sur la disposition du diagramme pour les données schématiques.

L'IEC 61970-457 spécifie un profil pour prendre en charge l'analyse de la stabilité en régime établi (stabilité des petits signaux) et/ou de la stabilité transitoire d'un réseau électrique ou de parties de celui-ci. Les informations sont décrites en référence à un modèle de réseau conforme à l'IEC 61970-452 et l'IEC 61970-456. Ainsi, les données des équipements et d'autres modèles relatifs au flux d'énergie ne sont pas répétés dans les informations échangées avec le présent document. Le ou les schémas permettant d'exprimer les informations du modèle dynamique sont tirés de l'IEC 61970-302.

À la Figure 2, une flèche entre profils indique qu'il existe des relations définies entre des données dans les deux datasets. La direction indique que les données dans le dataset "de" dépendent des classes dans le dataset "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.

5.4 Modèle de connectivité

La Figure 3 représente un exemple de modèle d'équipement dans lequel la connectivité de l'équipement est décrite par les classes ConnectivityNode et Terminal. La classe Terminal est centrale et 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 ConnectivityNode-s (nœuds de connectivité) au ConductingEquipment (équipement conducteur) et fournit des équipements à plusieurs Terminal (par exemple, Switch-es, ACLinesegment-s, 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 qui constituent une sortie pour un traitement de topologie du modèle d'équipement, c'est-à-dire les TopologicalNode-s qu'un calcul de flux d'énergie utilise comme entrée. Le profil State Variables décrit le résultat d'un calcul de répartition.

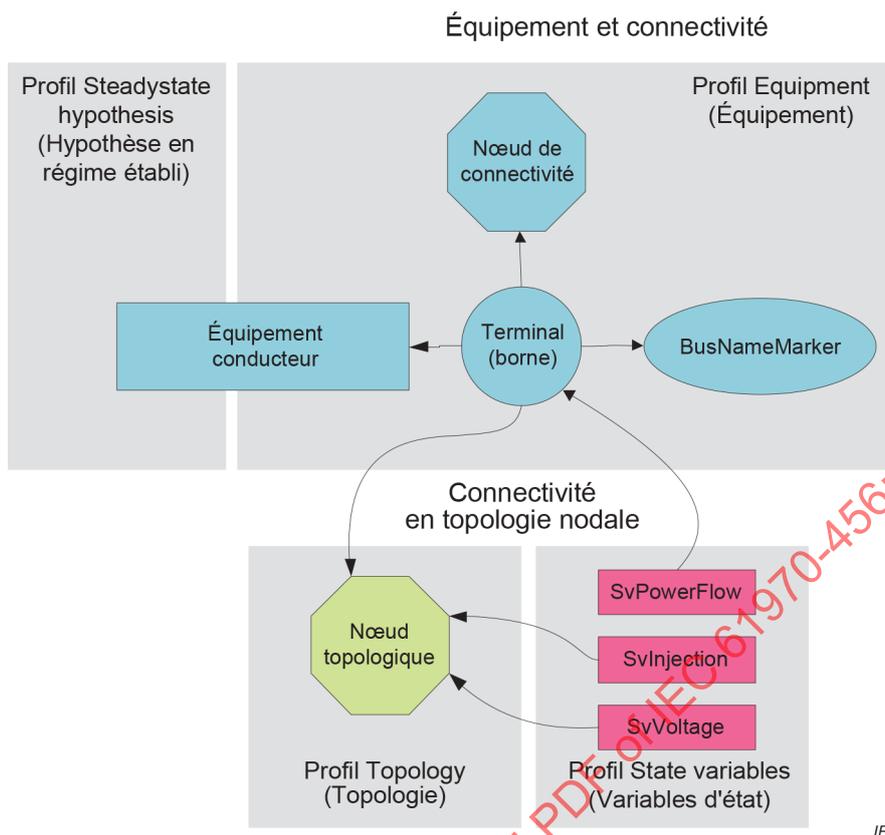


Figure 3 – Modèle de connectivité et de solution

Les flèches de la Figure 3 indiquent les références entre les objets de CIM. Les TopologicalNode-s sont calculés à partir des appareils de coupure qui relient les ConnectivityNode-s.

Un modèle utilise des ConnectivityNode-s pour décrire la façon dont les ConductingEquipment-s sont connectés. Dans le traitement de topologie, tous les ConductingEquipment-s reliés les uns aux autres à travers des Switch-es fermés sont identifiés et les Terminal-s du ConductingEquipment-s sont attribuées à un TopologicalNode.

Les marqueurs BusNameMarker-s sont utilisés pour éviter une dénomination arbitraire des TopologicalNode-s issus du traitement de topologie, comme cela est décrit en 7.1.1. Il est possible de préserver les noms de TopologicalNode en créant des BusNameMarkers pour un ou plusieurs ensembles de Switch.open et en utilisant les noms de BusNameMarker pour nommer les TopologicalNode-s générés par le traitement de topologie.

Cette utilisation des BusNameMarker-s conserve les noms de TopologicalNode et non l'identifiant mRID (le rdf:ID/rdf:about dans l'IEC 61970-552). Ainsi, les identifiants mRID-s de TopologicalNode varient entre différentes exécutions de traitement de topologie.

Un modèle d'équipement utilisant des ConnectivityNode-s peut ne pas nécessairement comporter des interrupteurs. Un modèle d'équipement simplifié peut initialement être créé sans interrupteurs. Étant donné que la connectivité est décrite à l'aide des ConnectivityNode-s, il est possible d'avoir une représentation de modélisation hybride dans laquelle un modèle détaillé de disjoncteur de nœud ayant des interrupteurs est combiné avec un modèle simplifié de type topologie nodale sans interrupteurs. 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

Le présent 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 mesurages et des appareils de coupure non décrits dans les modèles en topologie nodale, mais plutôt dans les modèles de disjoncteur de nœud. 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 beaucoup de cas d'étude, de couvrir 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.

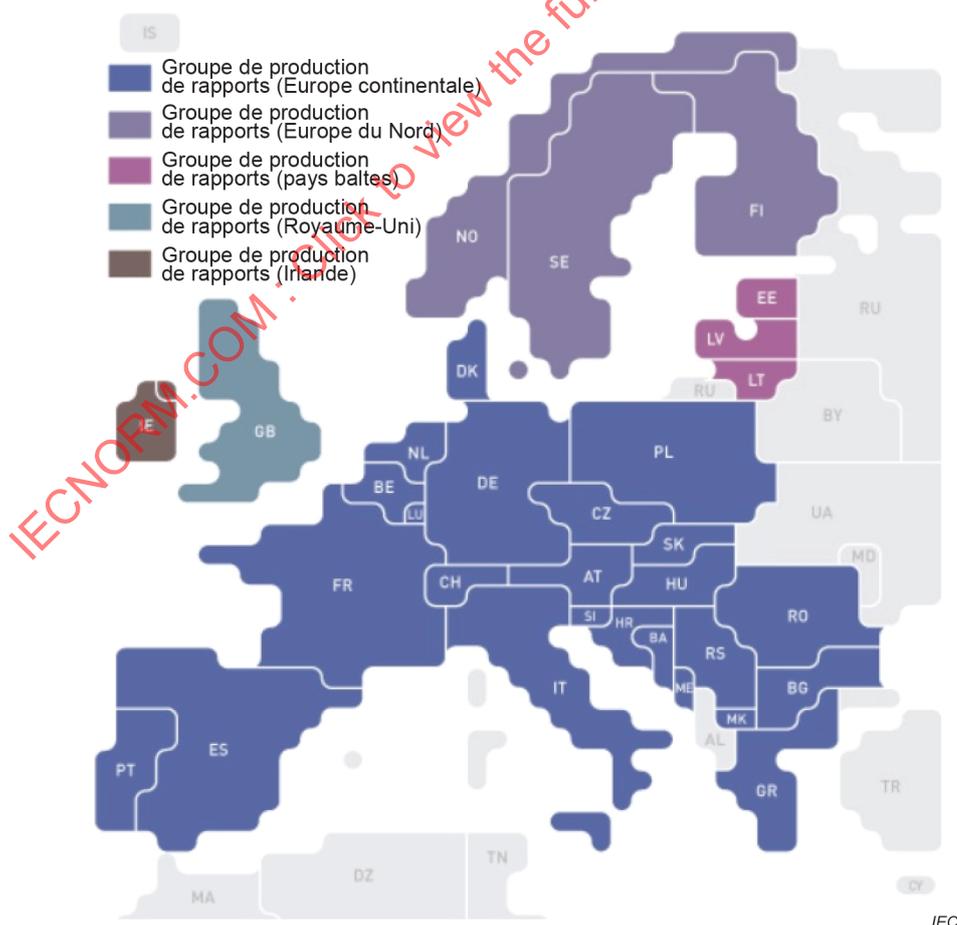
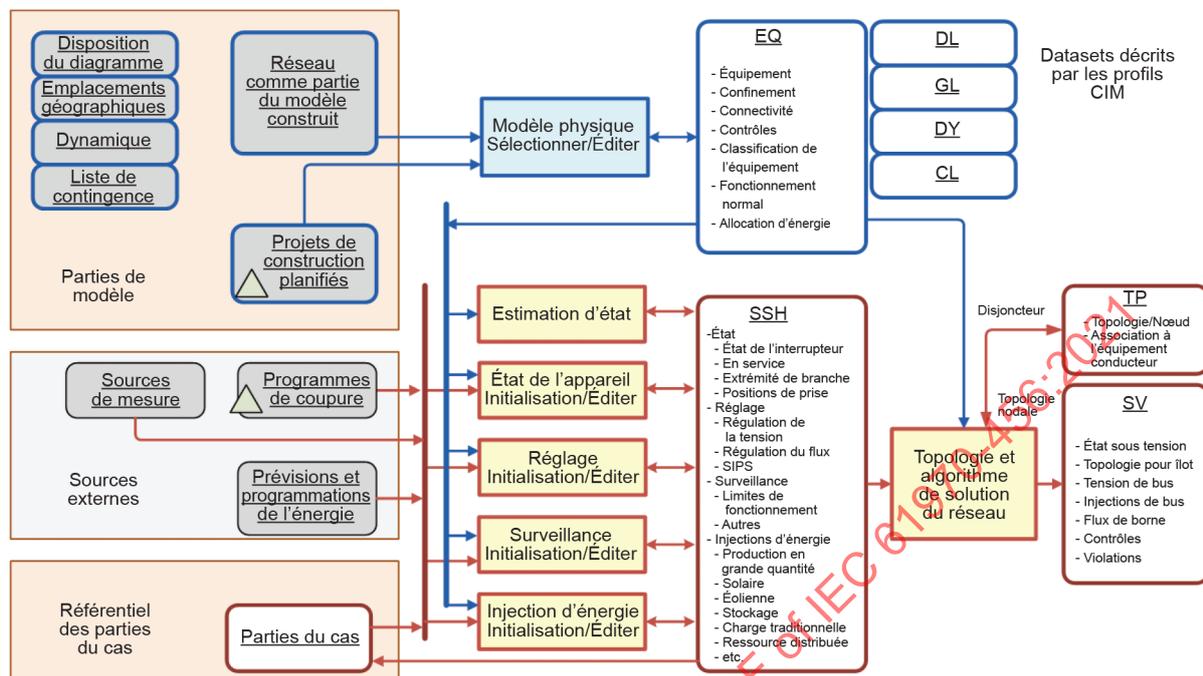


Figure 4 – Réseau électrique européen avec des régions

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



IEC

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 de nombreuses sources possibles différentes. L'estimation d'état et les mesurages 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 représentée à la Figure 6.

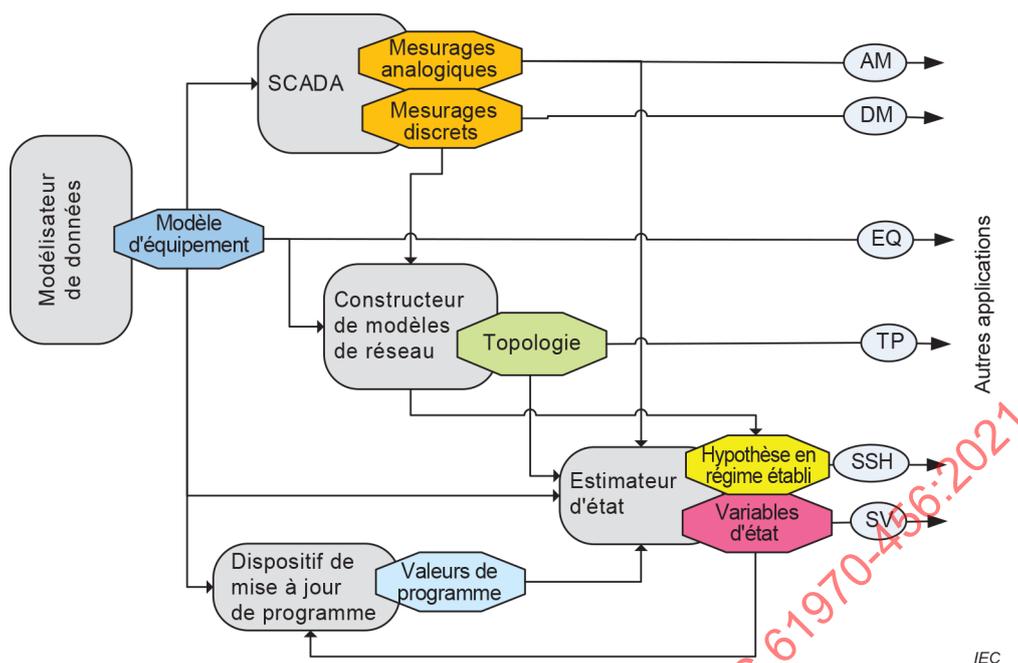


Figure 6 – Datasets d'EMS vers un client externe lié

La Figure 6 représente les interfaces suivantes:

- EQ: Données de modèle d'Équipement comme cela est décrit dans l'IEC 61970-452;
- DM: dataset de mesurages discrets du réseau;
- AM: dataset de mesurages analogiques du réseau;
- TP: Dataset de Topologie en provenance du constructeur de modèles de réseau;
- SV: Dataset de Variables d'état en provenance 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 cela est représenté à la Figure 7.

6.3 Analyse de réseau fondée sur le calcul de répartition

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

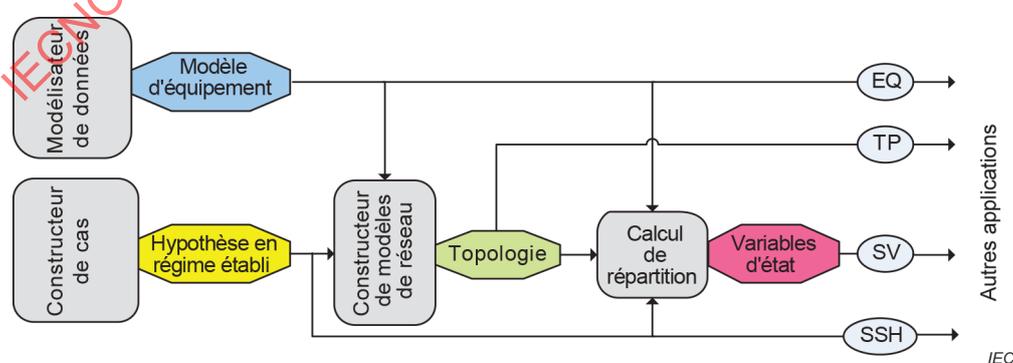


Figure 7 – Architecture d'intégration du calcul de répartition en disjoncteur de nœud

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 représente l'architecture des calculs de répartition selon les modèles en topologie nodale.

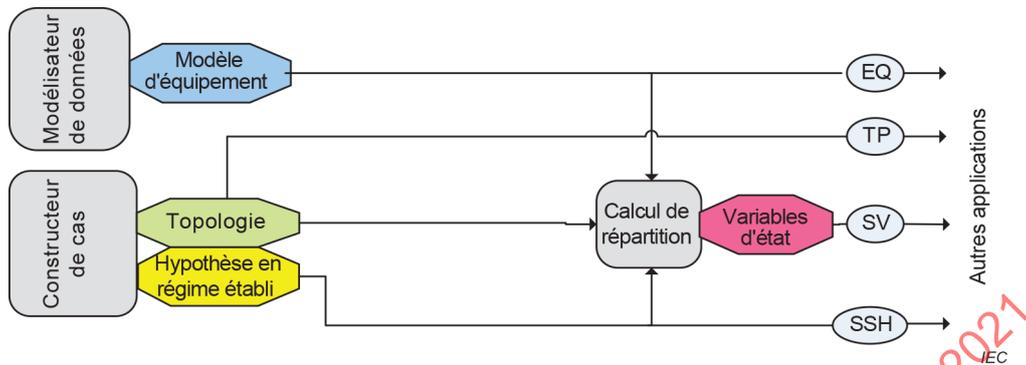


Figure 8 – Architecture d'intégration du calcul de répartition en topologie nodale

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.

6.4 Partitionnement des modèles et modélisation de la frontière

6.4.1 Généralités

Le présent paragraphe décrit une méthode de partitionnement d'un grand réseau électrique. La méthode recommandée n'est pas nécessaire, mais il convient qu'elle soit l'une des méthodes que les applications doivent prendre en charge. Il est prévu de déplacer le texte de 6.4 vers d'autres documents qui font la distinction entre les meilleures pratiques et les cas d'utilisation spécifiques.

Cela peut signifier pour un grand réseau électrique avec de nombreuses régions interconnectées que les données de bon nombre de régions sont collectées et assemblées pour constituer le cas d'étude. Il est effectué dans beaucoup de 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.

6.4.2 Frontières du modèle de réseau

Les ConnectivityNode-s forment également le point d'interface des datasets de frontière entre les parties de réseau comme cela est représenté à la Figure 9 et la Figure 10.

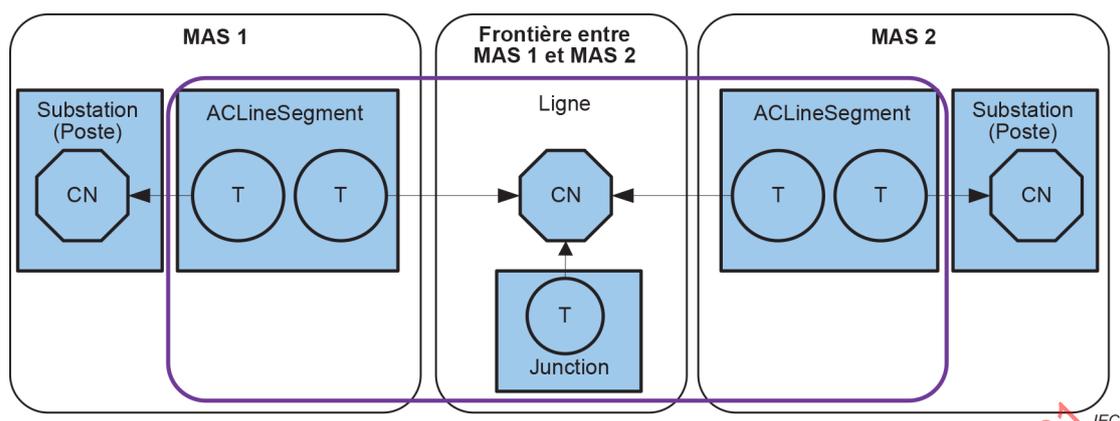


Figure 9 – Exemple de dataset de frontière d'une ligne

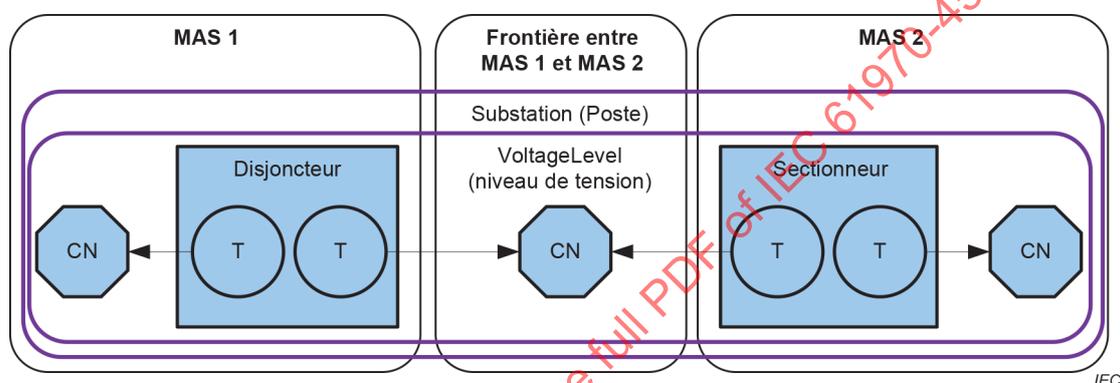


Figure 10 – Exemple de dataset de frontière d'un poste

Les noms de classe de CIM abrégés suivants sont utilisés à la Figure 9 et la Figure 10:

- CN = ConnectivityNode;
- TN = TopologicalNode;
- T = 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 frontières du réseau sont autonomes et ne dépendent pas des autres parties de réseau.

La Figure 9 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 ACLineSegment-s 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 cela est représenté à la Figure 10. 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.

6.4.3 Fusion des parties de réseau et du modèle

Une méthode de résolution du calcul de répartition pour un modèle assemblé sans les parties avoisinantes du réseau consiste à représenter les parties avoisinantes avec des injections

équivalentes reliées au ConnectivityNode de la frontière comme cela est représenté à la Figure 11.

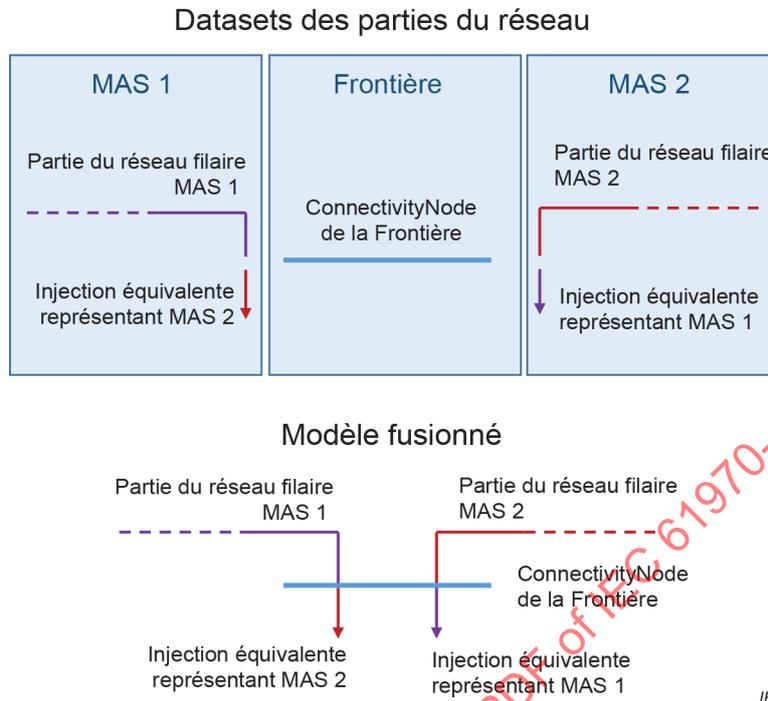


Figure 11 – Modèle fusionné

Noter que les deux injections équivalentes de la Figure 11 sont toujours présentes et font partie intégrante des ensembles d'autorités de modèle qui décrivent les parties régionales du réseau (MAS 1 et MAS 2). La partie supérieure de la Figure 11 représente ces parties régionales avant la fusion et la partie inférieure représente le modèle de réseau fusionné.

Les injections équivalentes associées au ConnectivityNode de la frontière sont utilisées pour représenter le flux d'énergie du réseau régional lorsque les parties avoisinantes du réseau ne sont pas connectées. Dans un modèle de réseau fusionné, les injections à la frontière sont normalement ignorées (lorsque l'interconnexion est terminée) pour éviter des erreurs engendrées par les différences de valeurs d'injection SSH entre les deux injections équivalentes qui appartiennent à un ConnectivityNode. L'éventuelle omission 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 l'omission des injections à la frontière.

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 cela est représenté à la Figure 12.

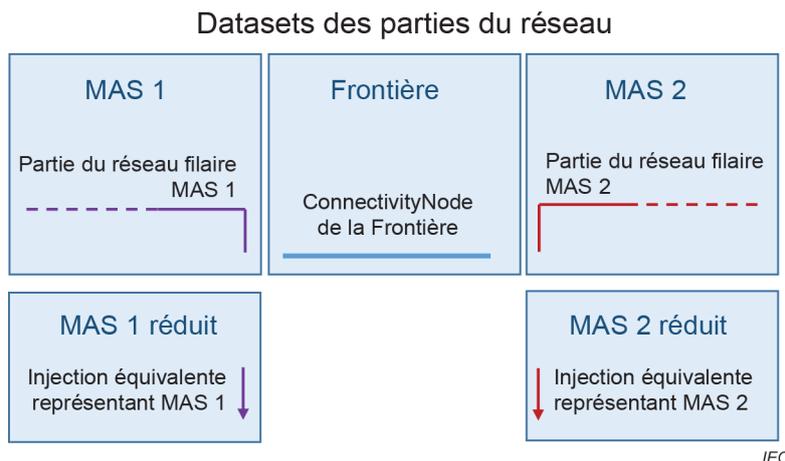


Figure 12 – Autres modélisation de la frontière

A la Figure 12, 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 12 peuvent être alors combinés comme cela est représenté à la Figure 13.

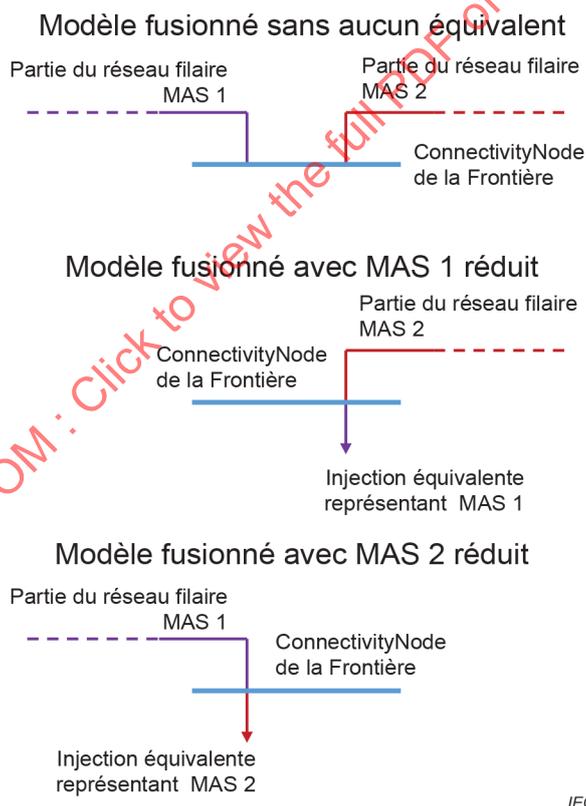


Figure 13 – Variantes du modèle fusionné

Lorsque les ensembles d'autorités de modèle régional, MAS 1 et MAS 2, sont fusionnés (voir la partie supérieure de la Figure 13), 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 cela est représenté dans la partie inférieure de la Figure 13.

L'utilisation d'injections équivalentes représentée à la Figure 11 viole l'utilisation originale et prévue des injections équivalentes. Dans ce cas, il est nécessaire qu'un calcul de répartition

reconnaisse un modèle fusionné, puis ignore les injections équivalentes. Il est donc recommandé de ne pas utiliser cette méthode de modélisation.

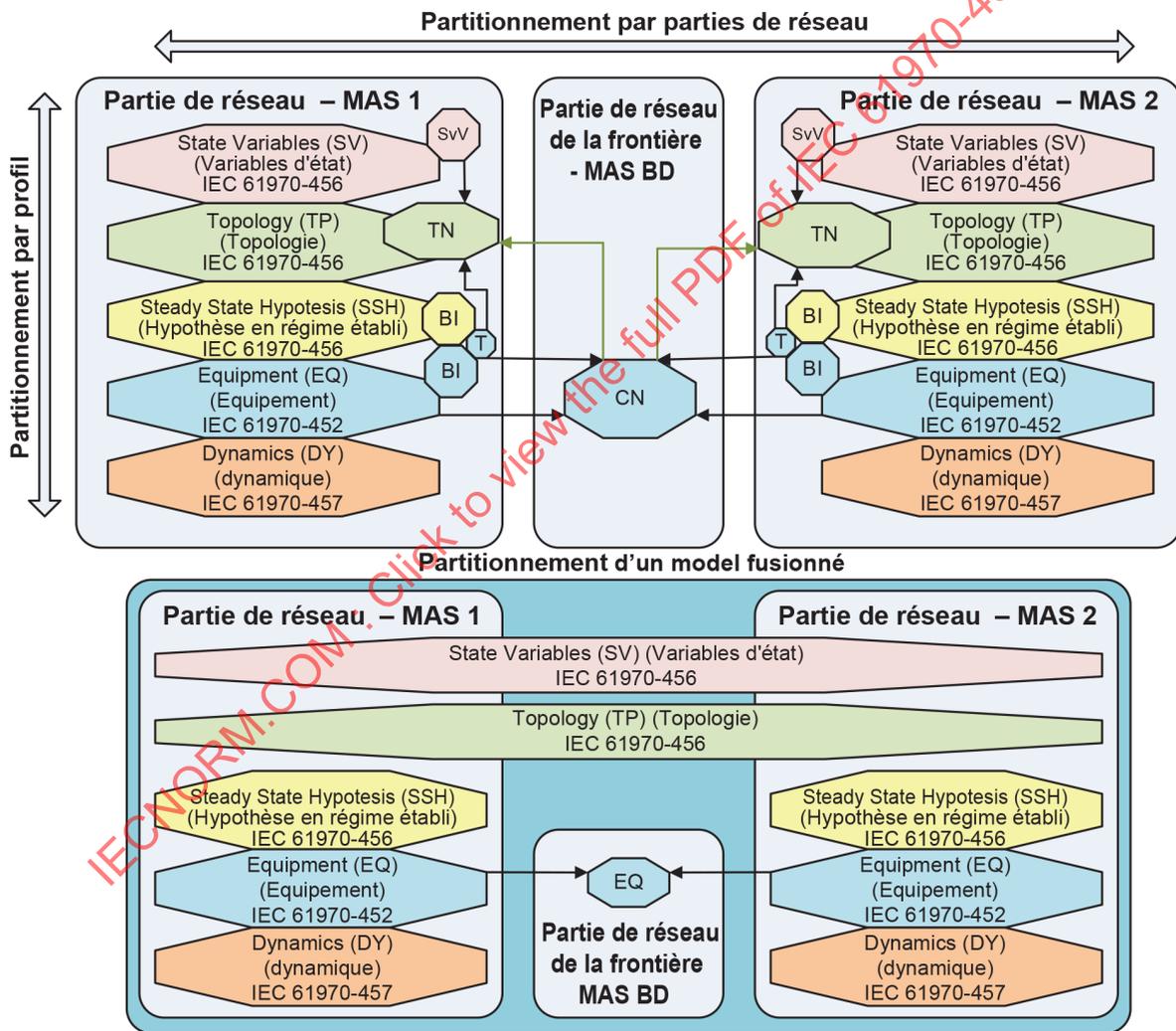
L'utilisation d'injections équivalentes représentée à la Figure 12 est conforme à l'utilisation originale et prévue des injections équivalentes; il s'agit de l'utilisation recommandée.

6.4.4 Partitionnement d'un modèle fusionné

La Figure 14 représente la façon dont un modèle fusionné est partitionné de deux façons:

- parties de réseau 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 cela est représenté à la Figure 14.



IEC

Figure 14 – Partitionnement d'un modèle fusionné

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. 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 sont omises.

7 Modèle de données avec exemples de CIMXML

7.1 Traitement de topologie

7.1.1 Vue d'ensemble

Les données du modèle d'équipement et les données de l'hypothèse en régime établi sont entrées dans la construction du modèle de réseau. La sortie correspond aux données de topologie couvertes dans le présent article. L'objectif des données de topologie est de fournir un modèle en topologie nodale décrit par des TopologicalNode-s (nœuds topologiques) nécessaire comme entrée pour l'estimation d'état ou toute autre application fondée sur le calcul de répartition afin de calculer le flux d'énergie.

Un dataset de topologie dépend toujours d'un dataset d'équipement et d'un dataset de SSH. Par conséquent, un dataset de topologie se réfère au dataset d'équipement sur lequel il est fondé 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 en provenance 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 TopologicalNode-s 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 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 BusNameMarker-s. Si les modélisateurs fournissent des BusNameMarker-s et établissent des bus principaux multiples séparés par des interrupteurs de maintien dès que des séparations de bus sont communes, alors les TopologicalNode-s peuvent avoir des noms cohérents d'un dataset de Topology à un autre. La classe CIM BusNameMarker permet de donner un nom stable aux TopologicalNode-s. 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 BusNameMarker-s 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 BusNameMarker-s qui peuvent apparaître au même TopologicalNode doivent avoir un ordre de priorité strict pour assurer la dénomination cohérente des TopologicalNode-s dans le temps;
- l'identifiant mRID du BusNameMarker ne peut pas être copié vers le TopologicalNode parce que cette copie enfreint l'exigence d'unicité pour les mRID si les TopologicalNode-s ne sont pas stables dans le document d'échange.

7.1.2 Modèles en topologie nodale et de disjoncteur de nœud

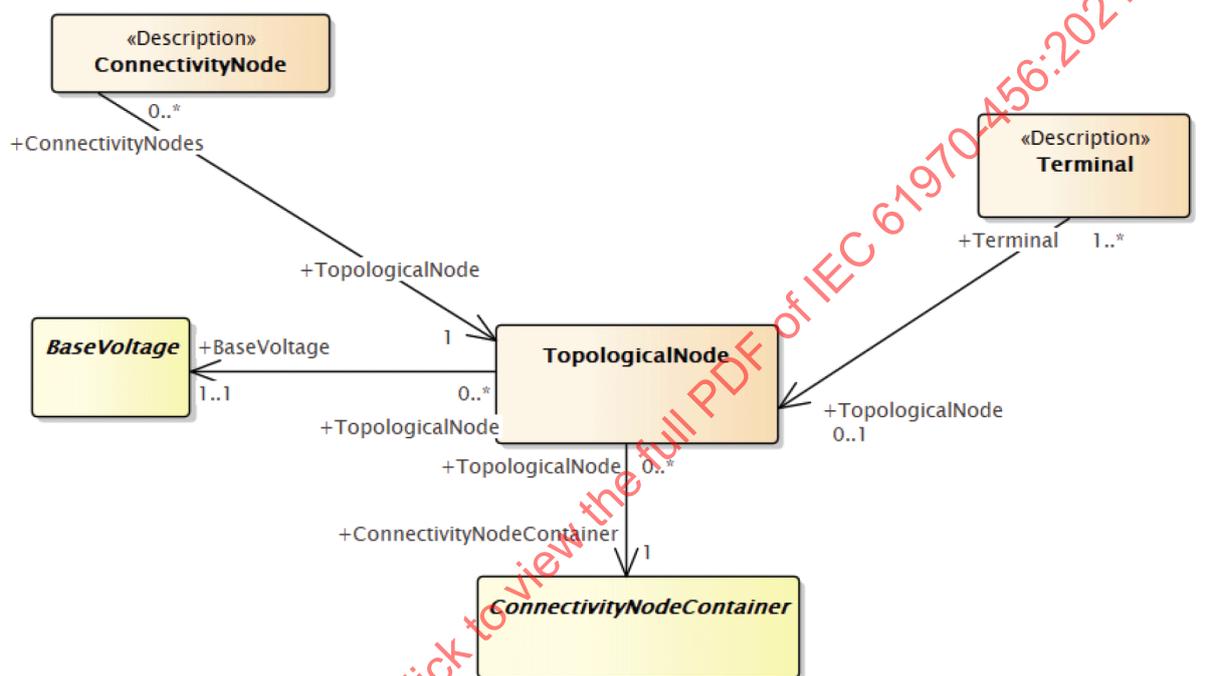
Un modèle de réseau peut être décrit en deux niveaux de détail différents:

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

Les modèles en topologie nodale utilisent des TopologicalNode-s pour la connectivité tandis que les modèles de disjoncteurs de nœuds utilisent les ConnectivityNode-s séparés par des Switch-es (interrupteurs) (disjoncteurs, sectionneurs). La construction de modèles de réseau

(également appelée "traitement de topologie") consiste à réduire les interrupteurs sur la base des entrées Switch.open, Switch.retained, Equipment.inService, et à créer des TopologicalNode-s correspondants. En utilisant des BusNameMarker-s, les noms des TopologicalNode-s issus de la construction de modèles de réseau peuvent être rendus stables avec des TopologicalNode-s dans un modèle en topologie nodale. La stabilité du TopologicalNode lui-même et son mRID ne sont cependant pas pris en charge.

Le CIM prend en charge des modèles hybrides en topologie nodale et de disjoncteur de nœud. Ceci est rendu possible par la liaison entre ConnectivityNode et TopologicalNode et l'exigence de construire tous les modèles en utilisant les ConnectivityNode-s. Le profil de topologie exige que l'association entre ConnectivityNode et TopologicalNode soit échangée comme cela est représenté à la Figure 15.



IEC

Figure 15 – Relation entre ConnectivityNode et TopologicalNode

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

- calculer les TopologicalNode-s à partir des ConnectivityNode-s en procédant au traitement de Switch.open et Switch.retained. 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.inService=false (ou Equipment.normallyInService dans le cas où il n'y a pas de données SSH).

Dans un modèle en topologie nodale, une séparation de bus et le transfert d'une ligne entre bus séparés sont représentés à la Figure 16. Ceux-ci peuvent être modélisés comme suit:

- il convient de représenter un niveau de tension avec deux bus (ConnectivityNode-s) 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 cela est représenté à la Figure 16;
- 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 ACDTerminal.connected. Dans ce cas, un TopologicalNode à l'extrémité ACLineSegment ouverte est nécessaire. Il s'agit de décrire un cas de défaillance.

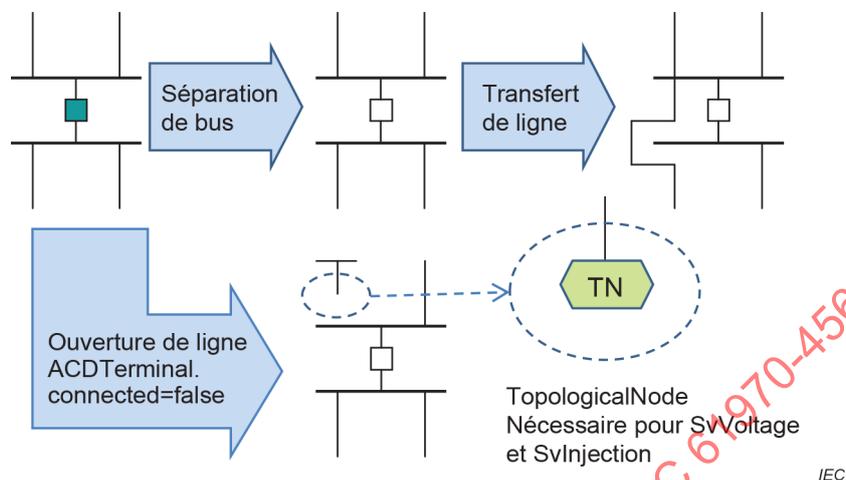


Figure 16 – Modélisation de topologie nodale du coupleur de bus et transfert de ligne

8 Spécification de profil détaillé

8.1 Généralités

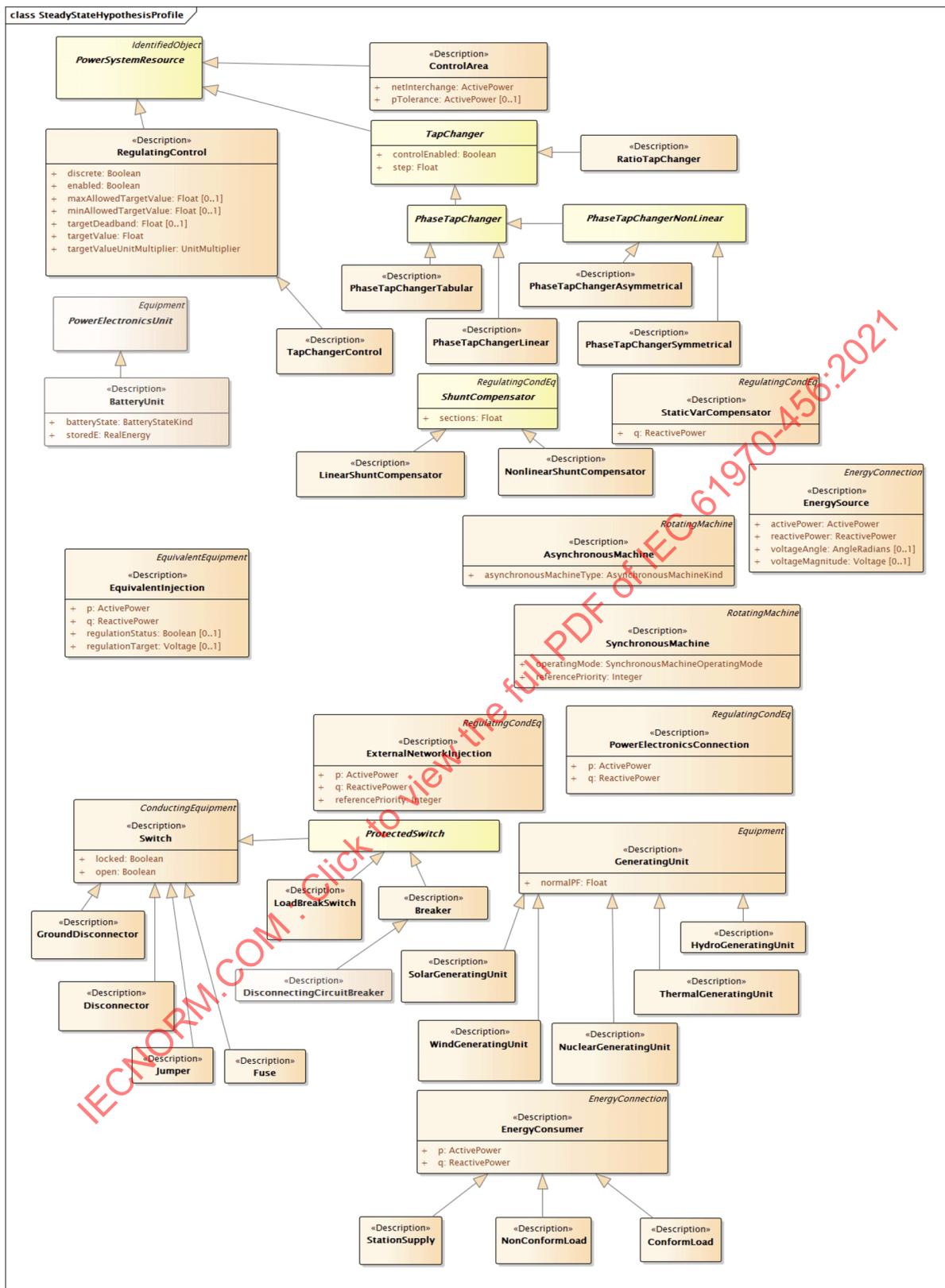
Les paragraphes suivants décrivent sous forme de tableaux le modèle d'information de profil. Tous les tableaux ont la même structure telle que présentée ci-dessous.

nom (attribut ou rôle)	mult (multiplicité)	type	description
------------------------	---------------------	------	-------------

8.2 Paquetage SteadyStateHypothesisProfile

8.2.1 Généralités

Un dataset d'Hypothèse en régime établi conforme à l'Hypothèse en régime établi de l'IEC 61970-456 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.



IEC

Figure 17 – Diagramme de classe SteadyStateHypothesisProfile::SteadyStateHypothesisProfile

Figure 17: Le diagramme représente la plupart des classes en profil d'hypothèse en régime établi.

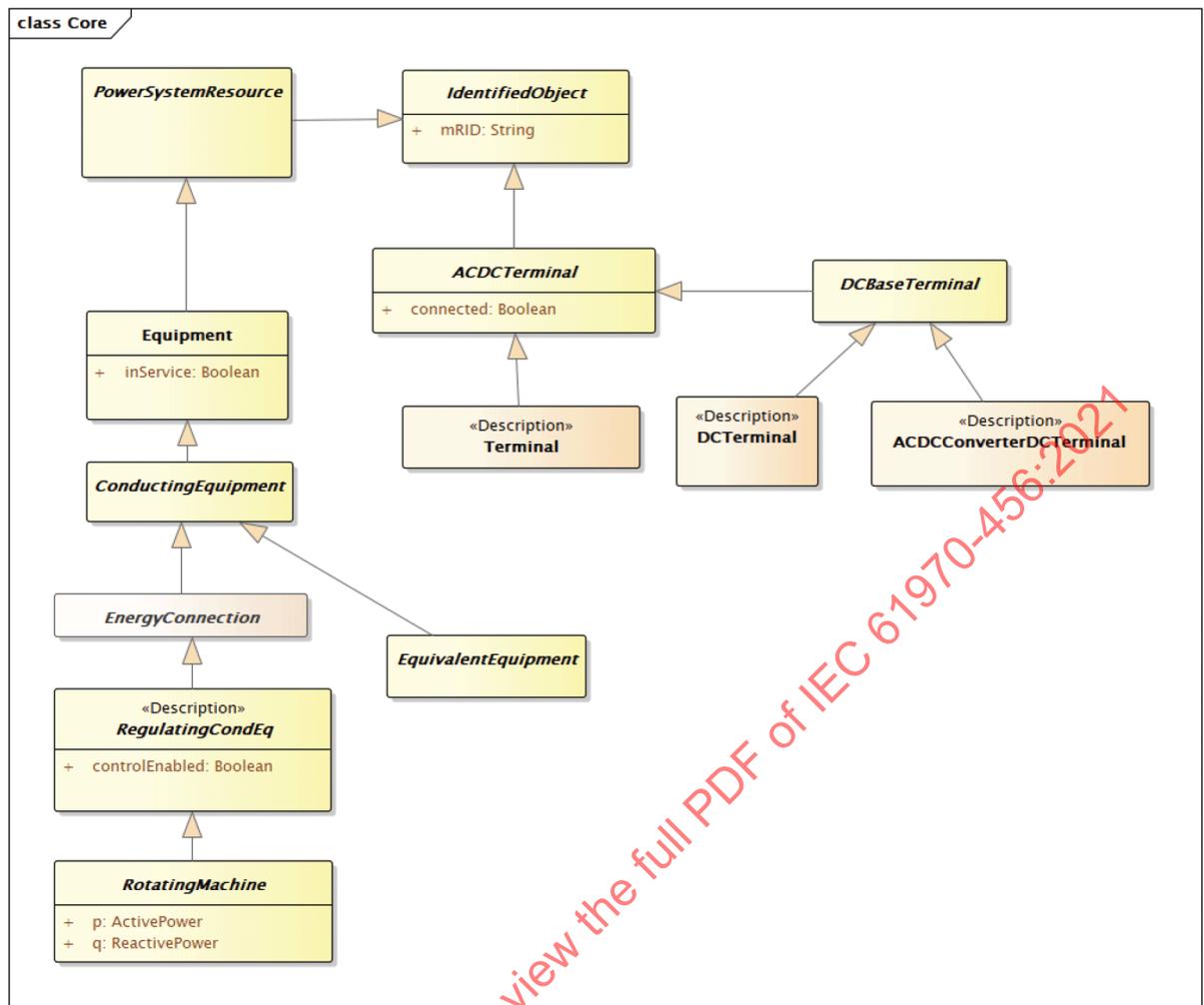
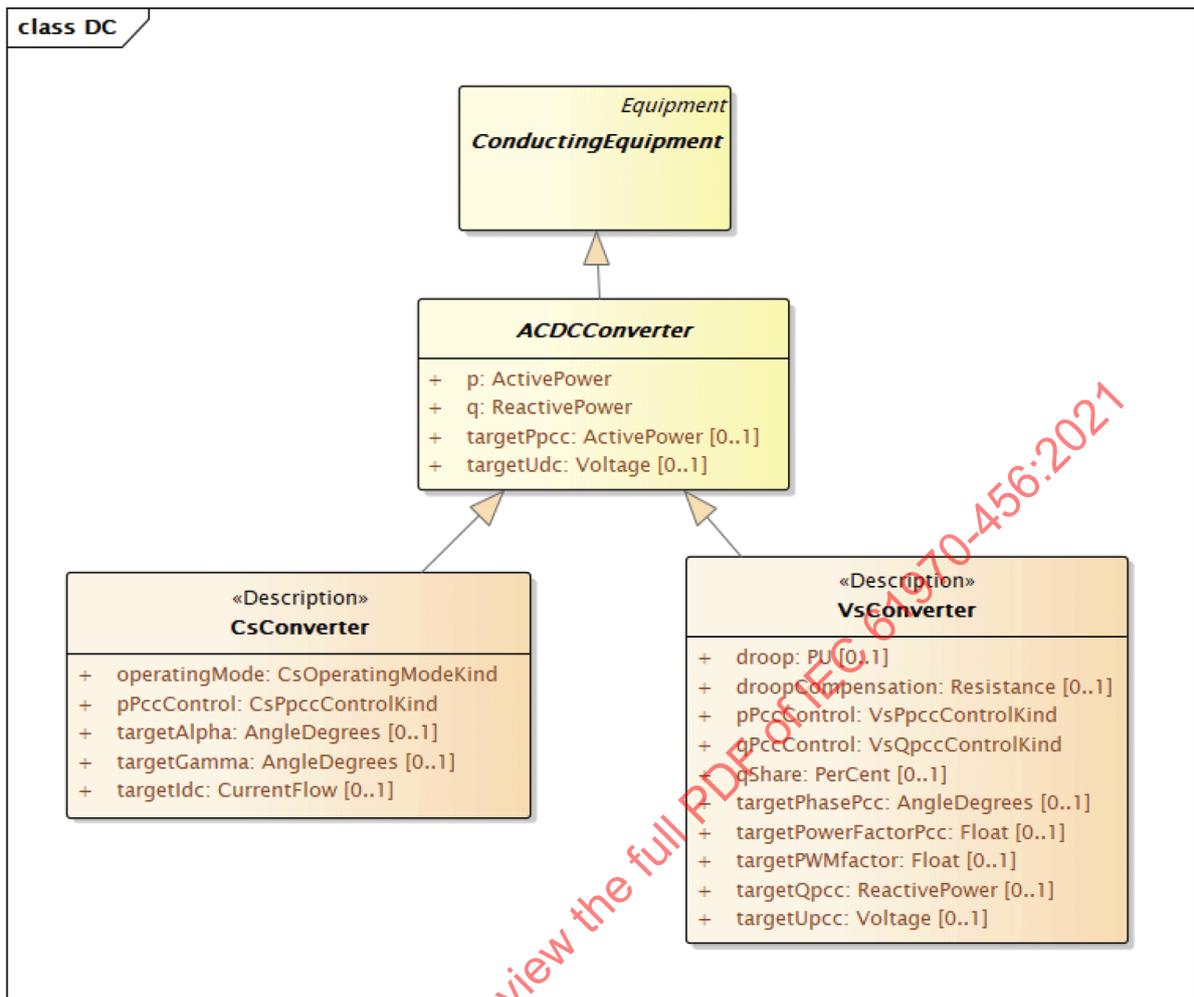


Figure 18 – Diagramme de classe SteadyStateHypothesisProfile::Core

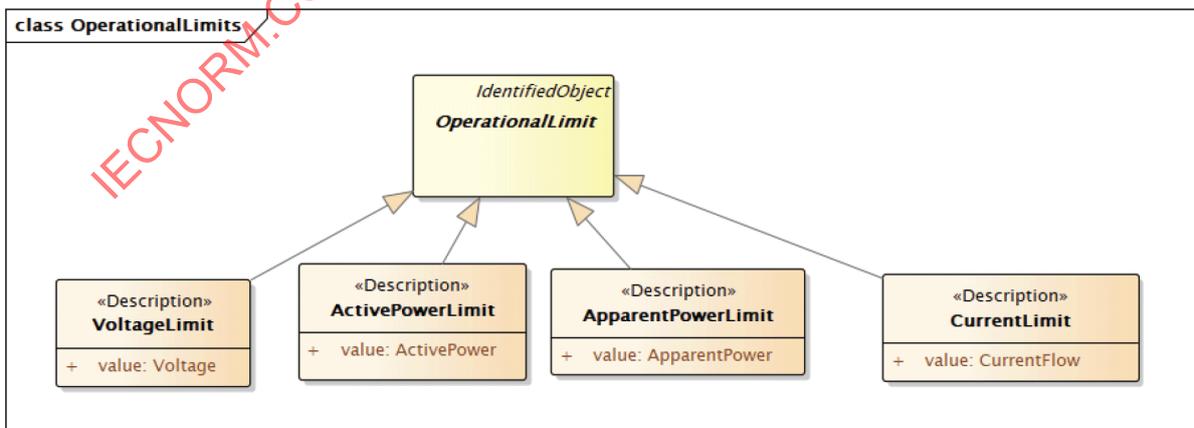
Figure 18: Le diagramme représente les principales classes du paquetage Core dans le CIM canonique utilisé dans ce profil.



IEC

Figure 19 – Diagramme de classe SteadyStateHypothesisProfile::DC

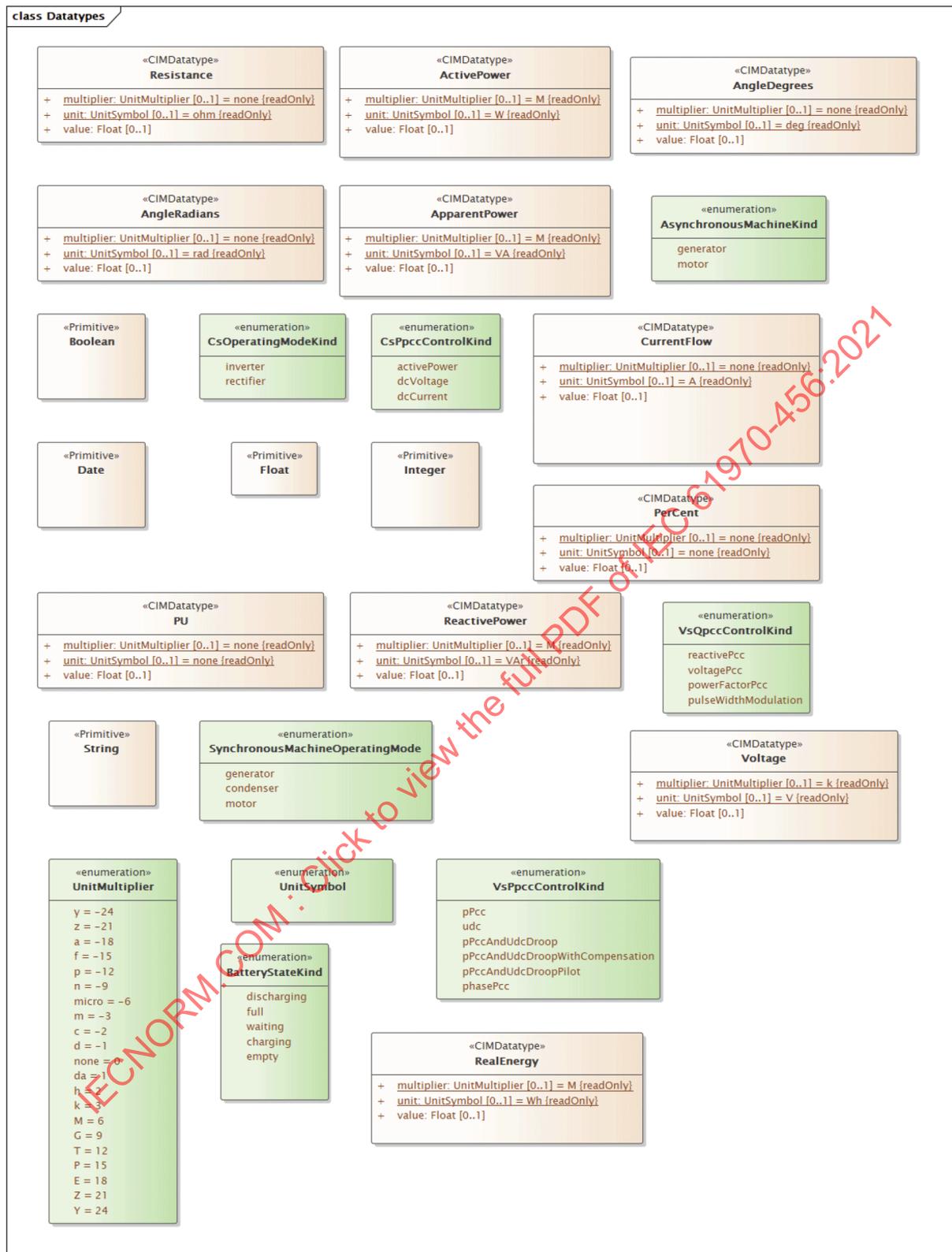
Figure 19: Le diagramme représente les classes liées aux DC incluses dans le profil.



IEC

Figure 20 – Diagramme de classe SteadyStateHypothesisProfile::OperationalLimits

Figure 20: Ce diagramme représente les limites opérationnelles, car elles sont liées au modèle de base.



IEC

Figure 21 – Diagramme de classe SteadyStateHypothesisProfile::Datatypes

Figure 21: Le diagramme représente les types de données qui sont utilisés par les classes du profil. Les stéréotypes sont utilisés pour décrire les types de données. Les stéréotypes suivants sont définis:

- <<enumeration>> Une liste de valeurs constantes admissibles;

- <<Primitive>> Les types de données les plus basiques utilisés pour composer tous les autres types de données;
- <<CIMDatatype>> Un type de données qui contient un attribut de valeur, une unité de mesure facultative et un multiplicateur d'unité. L'unité et le multiplicateur peuvent être spécifiés comme une variable statique initialisée à la valeur admise;
- <<Compound>> Un composite de Primitive, énumération, CIMDatatype ou d'autres classes de Compound, tant que les classes de Compound ne se répètent pas.

Pour tous les types de données, les valeurs positives et négatives sont admises, sauf indication contraire pour un type de données particulier.

8.2.2 (extrait) ACDCConverter

Chemin d'héritage = [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Unité qui comporte des valves pour trois phases, associées à un équipement de commande, des appareils essentiels de protection et de coupure, des condensateurs de stockage en courant continu, des composants réactifs et des auxiliaires, le cas échéant, utilisés pour la conversion.

Le Tableau 1 présente tous les attributs de ACDCConverter.

Tableau 1 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ACDCConverter

nom	mult	type	description
p	1..1	ActivePower	Puissance active au point de couplage commun. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour une solution en régime établi si un modèle simplifié de calcul de répartition est utilisé.
q	1..1	ReactivePower	Puissance réactive au point de couplage commun. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour une solution en régime établi si un modèle simplifié de calcul de répartition est utilisé.
targetPpcc	0..1	ActivePower	Injection cible de la puissance réelle dans un réseau à courant alternatif, au point de couplage commun. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud.
targetUdc	0..1	Voltage	Valeur cible de l'amplitude de la tension continue. L'attribut doit être une valeur positive.
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.3 (Description) ACDCConverterDCTerminal

Chemin d'héritage = [DCBaseTerminal](#): [ACDCTerminal](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Le Tableau 2 présente tous les attributs de `ACDCConverterDCTerminal`.

Tableau 2 – Attributs de `SteadyStateHypothesisProfile::ACDCConverterDCTerminal`

nom	mult	type	description
connected	1..1	Boolean	hérité de: ACDCTerminal
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.4 (extrait) `ACDCTerminal`

Chemin d'héritage = [IdentifiedObject](#)

Point de connexion électrique (en courant alternatif ou en courant continu) à une partie d'un équipement conducteur. Les Terminals (bornes) sont connectées sur des points de connexion physiques appelés nœuds de connectivité (connectivity nodes).

Le Tableau 3 présente tous les attributs d'`ACDCTerminal`.

Tableau 3 – Attributs de `SteadyStateHypothesisProfile::ACDCTerminal`

nom	mult	type	description
connected	1..1	Boolean	L'état connected (connecté) est associé à un modèle en topologie nodale et à la relation entre le nœud topologique et la borne. True (Vrai) implique que la borne est connectée au nœud topologique associé et false (faux) implique qu'elle ne l'est pas. Dans un modèle en topologie nodale, l'état connected (connecté) est utilisé pour indiquer si l'équipement est déconnecté sans devoir modifier la connectivité décrite par la relation nœud topologique-borne. Un cas valide est celui dans lequel l'équipement conducteur peut être connecté à une extrémité et ouvert à l'autre. En particulier pour un segment de ligne à courant alternatif sur lequel la charge de la ligne réactive peut être significative.
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.5 (Description) `ActivePowerLimit`

Chemin d'héritage = [OperationalLimit](#): [IdentifiedObject](#)

Limite du flux d'énergie active.

Le Tableau 4 présente tous les attributs de `ActivePowerLimit`.

Tableau 4 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ActivePowerLimit

nom	mult	type	description
value	1..1	ActivePower	Valeur de la limite de puissance active. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle.
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.6 (Description) ApparentPowerLimit

Chemin d'héritage = [OperationalLimit](#): [IdentifiedObject](#)

Limite de puissance apparente.

Le Tableau 5 présente tous les attributs de ApparentPowerLimit.

Tableau 5 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ApparentPowerLimit

nom	mult	type	description
value	1..1	ApparentPower	Limite de puissance apparente. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle.
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.7 (Description) AsynchronousMachine

Chemin d'héritage = [RotatingMachine](#): [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Le Tableau 6 présente tous les attributs de AsynchronousMachine.

Tableau 6 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::AsynchronousMachine

nom	mult	type	description
asynchronousMachineType	1..1	AsynchronousMachineKind	Indique le type de machine asynchrone (moteur ou générateur).
p	1..1	ActivePower	hérité de: RotatingMachine
q	1..1	ReactivePower	hérité de: RotatingMachine
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.8 (Description) BatteryUnit

Chemin d'héritage = [PowerElectronicsUnit](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Dispositif de stockage d'énergie électrochimique.

Le Tableau 7 présente tous les attributs de BatteryUnit.

Tableau 7 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::BatteryUnit

nom	mult	type	description
batteryState	1..1	BatteryStateKind	État actuel de la batterie (en charge, pleine, etc.).
storedE	1..1	RealEnergy	Quantité d'énergie actuellement stockée. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle et inférieure à BatteryUnit.ratedE.
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.9 (Description) Breaker

Chemin d'héritage = ProtectedSwitch: Switch: ConductingEquipment: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject

Appareil de coupure mécanique capable d'établir, de transporter et d'interrompre des courants dans des conditions normales de circuit et aussi d'établir, de transporter pendant une durée déterminée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées de circuit, par exemple celles d'un court-circuit.

Le Tableau 8 présente tous les attributs de Breaker.

Tableau 8 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Breaker

nom	mult	type	description
open	1..1	Boolean	hérité de: Switch
locked	1..1	Boolean	hérité de: Switch
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.10 (extrait) ConductingEquipment

Chemin d'héritage = Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject

Parties du réseau électrique en courant alternatif conçues pour transporter du courant ou qui sont connectées par des bornes de façon à assurer la conduction.

Le Tableau 9 présente tous les attributs de ConductingEquipment.

Tableau 9 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ConductingEquipment

nom	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.11 (Description) ConformLoad

Chemin d'héritage = EnergyConsumer: EnergyConnection: ConductingEquipment: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject

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.

Le Tableau 10 présente tous les attributs de ConformLoad.

Tableau 10 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ConformLoad

nom	mult	type	description
p	1..1	ActivePower	hérité de: EnergyConsumer
q	1..1	ReactivePower	hérité de: EnergyConsumer
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.12 (Description) ControlArea

Chemin d'héritage = PowerSystemResource: IdentifiedObject

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. Toute la production et la charge dans la zone définie par les bornes à la frontière sont prises en considération dans le contrôle des échanges de zone. Noter qu'un nombre quelconque de spécifications de zones de réglage qui se chevauchent peut être superposé au modèle physique. Les principes généraux suivants s'appliquent à ControlArea:

- 1) l'orientation de la zone de réglage pour l'échange net est positive pour une importation, négative pour une exportation;
- 2) l'échange net de la zone de réglage est déterminé en additionnant les flux dans les Terminals (bornes). Les Terminals (bornes) sont identifiées en créant un ensemble d'objets TieFlow associés à un objet ControlArea. Chaque objet TieFlow identifie un Terminal;
- 3) dans un modèle de réseau unique, un lien entre deux zones de réglage doit être modélisé dans les deux spécifications de la zone de réglage, de sorte que les deux représentations du lien s'additionnent à zéro;
- 4) l'orientation normale du flux du Terminal (borne) est positive pour le flux dans l'équipement conducteur qui possède le Terminal (borne) (c'est-à-dire que le flux d'un bus vers un appareil est positif). Toutefois, l'orientation de chaque flux dans la spécification de la zone de réglage doit s'aligner sur la convention de la zone de réglage, c'est-à-dire que l'importation est positive. Si l'orientation du flux du Terminal référencé par un TieFlow est positive dans la zone de réglage, cela est confirmé par le réglage de l'indicateur TieFlow.positiveFlowIn sur TRUE. Sinon, l'orientation doit être inversée en réglant l'indicateur TieFlow.positiveFlowIn sur FAUX.

Le Tableau 11 présente tous les attributs de ControlArea.

Tableau 11 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ControlArea

nom	mult	type	description
netInterchange	1..1	ActivePower	L'échange net positif spécifié dans la zone de réglage, c'est-à-dire le flux positif signifie le flux entrant dans la zone.
pTolerance	0..1	ActivePower	Tolérance d'échange nette de la puissance active. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle.
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.13 (Description) CsConverter

Chemin d'héritage = ACDCConverter: ConductingEquipment: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject

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

L'angle d'amorçage contrôle la tension continue au niveau du convertisseur, à la fois pour le redresseur et l'onduleur. La différence entre les tensions continues du redresseur et de l'onduleur détermine le courant continu. L'angle d'extinction est utilisé pour limiter la tension continue au niveau de l'onduleur, au besoin, et n'est pas utilisé dans le contrôle de la puissance active. L'angle d'amorçage, la position de la prise du transformateur et le nombre de filtres connectés sont les principaux moyens de contrôle d'une ligne de source en courant continu. Les contrôles de niveau supérieur sont construits à la surface, par exemple la tension continue, le courant continu et la puissance active. En régime établi, il suffit de spécifier le transfert de puissance active souhaité (ACDCConverter.targetPpcc) et les fonctions de contrôle fixent alors la tension continue, le courant continu, l'angle d'amorçage, la position des prises du transformateur et le nombre de filtres connectés pour y satisfaire. Par conséquent, les attributs targetAlpha et targetGamma ne sont pas applicables dans ce cas.

La puissance réactive consommée par le convertisseur dépend de l'angle d'amorçage, de la position des prises du transformateur et du nombre de filtres connectés, qui peuvent être approchés avec la moitié de la puissance active. Les pertes dépendent de la tension continue et du courant continu.

Les attributs minAlpha et maxAlpha définissent la plage des angles d'amorçage pour le fonctionnement du redresseur entre lesquels aucune action discrète de changement de prise n'a lieu. La plage est généralement de 10 degrés à 18 degrés.

Les attributs minGamma et maxGamma définissent la plage des angles d'extinction pour le fonctionnement du convertisseur entre lesquels aucune action discrète de changement de prise n'a lieu. La plage est généralement de 17 degrés à 20 degrés.

Le Tableau 12 présente tous les attributs de CsConverter.

Tableau 12 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::CsConverter

nom	mult	type	description
operatingMode	1..1	CsOperatingModeKind	Indique si le pôle à courant continu fonctionne comme un onduleur ou un redresseur. C'est la variable de contrôle du convertisseur utilisée dans le calcul de répartition.
pPccControl	1..1	CsPpccControlKind	Type de contrôle de puissance active.
targetAlpha	0..1	AngleDegrees	Angle d'amorçage cible. C'est la variable de contrôle du convertisseur utilisée dans le calcul de répartition. Elle n'est applicable pour le redresseur que si le contrôle du changeur de prises en continu est utilisé. Les valeurs admises se situent dans la plage $\text{minAlpha} \leq \text{targetAlpha} \leq \text{maxAlpha}$. L'attribut doit être une valeur positive.
targetGamma	0..1	AngleDegrees	Angle d'extinction cible. C'est la variable de contrôle du convertisseur utilisée dans le calcul de répartition. Elle ne s'applique à l'onduleur que si le contrôle du changeur de prises en continu est utilisé. Les valeurs admises se situent dans la plage $\text{minGamma} \leq \text{targetGamma} \leq \text{maxGamma}$. L'attribut doit être une valeur positive.

nom	mult	type	description
targetIdc	0..1	CurrentFlow	Valeur cible de courant continu. C'est la variable de contrôle du convertisseur utilisée dans le calcul de répartition. L'attribut doit être une valeur positive.
p	1..1	ActivePower	hérité de: ACDCCConverter
q	1..1	ReactivePower	hérité de: ACDCCConverter
targetPpcc	0..1	ActivePower	hérité de: ACDCCConverter
targetUdc	0..1	Voltage	hérité de: ACDCCConverter
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.14 (Description) CurrentLimit

Chemin d'héritage = [OperationalLimit](#): [IdentifiedObject](#)

Limite opérationnelle du courant.

Le Tableau 13 présente tous les attributs de CurrentLimit.

Tableau 13 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::CurrentLimit

nom	mult	type	description
value	1..1	CurrentFlow	Limite sur le flux de courant. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle.
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.15 (extrait) DCBaseTerminal

Chemin d'héritage = [ACDCTerminal](#): [IdentifiedObject](#)

Point de connexion électrique à une partie d'un équipement conducteur à courant continu. Les bornes à courant continu sont connectées à un nœud physique à courant continu qui peut avoir plusieurs bornes à courant continu connectées. Un nœud à courant continu est semblable à un nœud de connectivité à courant alternatif. Le modèle exige de séparer les connexions en courant continu des connexions en courant alternatif.

Le Tableau 14 présente tous les attributs de DCBaseTerminal.

Tableau 14 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::DCBaseTerminal

nom	mult	type	description
connected	1..1	Boolean	hérité de: ACDCTerminal
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.16 (Description) DCTerminal

Chemin d'héritage = [DCBaseTerminal](#): [ACDCTerminal](#): [IdentifiedObject](#)

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

Le Tableau 15 présente tous les attributs de DCTerminal.

Tableau 15 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::DCTerminal

nom	mult	type	description
connected	1..1	Boolean	hérité de: ACDCTerminal
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.17 (Description) Disconnecter

Chemin d'héritage = [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Le Tableau 16 présente tous les attributs de Disconnecter.

Tableau 16 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Disconnecter

nom	mult	type	description
open	1..1	Boolean	hérité de: Switch
locked	1..1	Boolean	hérité de: Switch
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.18 (Description) DisconnectingCircuitBreaker

Chemin d'héritage = [Breaker](#): [ProtectedSwitch](#): [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Un dispositif de coupure de circuit comprenant une fonction de déconnexion, éliminant le besoin de sectionneurs séparés.

Le Tableau 17 présente tous les attributs de DisconnectingCircuitBreaker.

Tableau 17 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::DisconnectingCircuitBreaker

nom	mult	type	description
open	1..1	Boolean	hérité de: Switch
locked	1..1	Boolean	hérité de: Switch
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.19 (extrait) EnergyConnection

Chemin d'héritage = [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Une connexion de production ou de consommation d'énergie sur le modèle de réseau.

Le Tableau 18 présente tous les attributs de EnergyConnection.

Tableau 18 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::EnergyConnection

nom	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.20 (Description) EnergyConsumer

Chemin d'héritage = [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

EnergyConsumer.pfixed, .qfixed, .pfixedPct et .qfixedPct n'ont de sens que si aucune LoadResponseCharacteristic (caractéristique de charge-réponse) n'est associée à EnergyConsumer ou si LoadResponseCharacteristic.exponentModel est réglé sur False.

Le Tableau 19 présente tous les attributs de EnergyConsumer.

Tableau 19 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::EnergyConsumer

nom	mult	type	description
p	1..1	ActivePower	<p>Puissance active de la charge. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud.</p> <p>Pour les charges qui dépendent de la tension, la valeur est celle de la tension assignée.</p> <p>Valeur initiale pour une solution en régime établi.</p>
q	1..1	ReactivePower	<p>Puissance réactive de la charge. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud.</p> <p>Pour les charges qui dépendent de la tension, la valeur est celle de la tension assignée.</p> <p>Valeur initiale pour une solution en régime établi.</p>
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.21 (Description) EnergySource

Chemin d'héritage = [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Le Tableau 20 présente tous les attributs de EnergySource.

Tableau 20 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::EnergySource

nom	mult	type	description
activePower	1..1	ActivePower	Injection active de la source à haute tension. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance 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 du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.
voltageAngle	0..1	AngleRadians	Angle de phase d'un circuit à phase ouvert utilisé lorsque des caractéristiques de tension nécessitent d'être imposées au nœud associé à la borne de la source d'énergie, par exemple lorsque les tensions et les angles du niveau de transmission sont utilisés comme entrée du réseau de distribution. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle.
voltageMagnitude	0..1	Voltage	Amplitude de la tension en circuit ouvert entre phases utilisée lorsque des caractéristiques de tension nécessitent d'être imposées au nœud associé à la borne de la source d'énergie, par exemple lorsque les tensions et les angles du niveau de transmission sont utilisés comme entrée du réseau de distribution. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle.
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.22 Equipment

Chemin d'héritage = [PowerSystemResource: IdentifiedObject](#)

Éléments d'un réseau électrique qui sont des appareils matériels, électroniques ou mécaniques.

Le Tableau 21 présente tous les attributs de Equipment.

Tableau 21 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Equipment

nom	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	Spécifie la disponibilité de l'équipement. True (vrai) signifie que l'équipement est disponible pour le traitement de topologie, ce qui détermine si l'équipement est sous tension ou non. False (faux) signifie que l'équipement est traité par les applications de réseau comme s'il n'était pas dans le modèle.
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.23 (extrait) EquivalentEquipment

Chemin d'héritage = [ConductingEquipment: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject](#)

La classe représente les objets équivalents qui sont le résultat d'une réduction de réseau. La classe est la base pour les objets équivalents de types différents.

Le Tableau 22 présente tous les attributs de EquivalentEquipment.

Tableau 22 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::EquivalentEquipment

nom	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.24 (Description) EquivalentInjection

Chemin d'héritage = [EquivalentEquipment](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Le Tableau 23 présente tous les attributs de EquivalentInjection.

Tableau 23 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::EquivalentInjection

nom	mult	type	description
regulationStatus	0..1	Boolean	Spécifie l'état de régulation 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. L'attribut doit être une valeur positive.
p	1..1	ActivePower	Injection de puissance active équivalente. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.
q	1..1	ReactivePower	Injection de puissance réactive équivalente. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.25 (Description) ExternalNetworkInjection

Chemin d'héritage = [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Le Tableau 24 présente tous les attributs de ExternalNetworkInjection.

Tableau 24 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ExternalNetworkInjection

nom	mult	type	description
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.
p	1..1	ActivePower	Injection de puissance active. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.
q	1..1	ReactivePower	Injection de puissance réactive. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour des solutions en régime établi.
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.26 (Description) Fuse

Chemin d'héritage = [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Appareil de protection contre les surintensités avec un fusible à ouverture de circuit qui est chauffé et rompu lorsqu'une surintensité le traverse. Un fusible est considéré comme un appareil de coupure parce qu'il interrompt le courant.

Le Tableau 25 présente tous les attributs de Fuse.

Tableau 25 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Fuse

nom	mult	type	description
open	1..1	Boolean	hérité de: Switch
locked	1..1	Boolean	hérité de: Switch
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.27 (Description) GeneratingUnit

Chemin d'héritage = [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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.

Le Tableau 26 présente tous les attributs de GeneratingUnit.

Tableau 26 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::GeneratingUnit

nom	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	Facteur de participation économique de l'unité de production. La somme des facteurs de participation entre les unités de production ne doit pas nécessairement s'élever à un. Il est utilisé pour représenter le facteur de participation de l'écart distribué. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle.
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.28 (Description) GroundDisconnector

Chemin d'héritage = [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Le Tableau 27 présente tous les attributs de GroundDisconnector.

Tableau 27 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::GroundDisconnector

nom	mult	type	description
open	1..1	Boolean	hérité de: Switch
locked	1..1	Boolean	hérité de: Switch
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.29 (Description) HydroGeneratingUnit

Chemin d'héritage = [GeneratingUnit](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Le Tableau 28 présente tous les attributs de HydroGeneratingUnit.

Tableau 28 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::HydroGeneratingUnit

nom	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	hérité de: GeneratingUnit
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.30 (extrait) classe racine IdentifiedObject

Il s'agit d'une classe racine qui offre une identification commune à toutes les classes nécessitant des attributs d'identification et de dénomination.

Le Tableau 29 présente tous les attributs de IdentifiedObject.

Tableau 29 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::IdentifiedObject

nom	mult	type	description
mRID	1..1	String	Identifiant de ressource de maître attribué par une autorité de modélisation. Le mRID est unique dans un contexte d'échange. Il est facile d'obtenir une unicité globale à l'aide d'un UUID comme cela est spécifié dans la RFC 4122 pour le mRID. L'utilisation d'un UUID est fortement recommandée. Concernant les fichiers de données CIMXML dans la syntaxe RDF conformes à l'IEC 61970-552, le mRID est mappé aux attributs rdf:ID ou rdf:about qui identifient les éléments d'objet de CIM.

8.2.31 (Description) Jumper

Chemin d'héritage = [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Courte section de conducteur avec une impédance négligeable qui peut être enlevée et remplacée manuellement si le circuit n'est plus alimenté. Noter que les branches à impédance nulle peuvent potentiellement être modélisées par d'autres types d'équipement.

Le Tableau 30 présente tous les attributs de Jumper.

Tableau 30 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Jumper

nom	mult	type	description
open	1..1	Boolean	hérité de: Switch
locked	1..1	Boolean	hérité de: Switch
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.32 (Description) LinearShuntCompensator

Chemin d'héritage = [ShuntCompensator](#): [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Le Tableau 31 présente tous les attributs de LinearShuntCompensator.

Tableau 31 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::LinearShuntCompensator

nom	mult	type	description
sections	1..1	Float	hérité de: ShuntCompensator
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.33 (Description) LoadBreakSwitch

Chemin d'héritage = [ProtectedSwitch](#): [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Le Tableau 32 présente tous les attributs de LoadBreakSwitch.

Tableau 32 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::LoadBreakSwitch

nom	mult	type	description
open	1..1	Boolean	hérité de: Switch
locked	1..1	Boolean	hérité de: Switch
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.34 (Description) NonConformLoad

Chemin d'héritage = [EnergyConsumer](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

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

Le Tableau 33 présente tous les attributs de NonConformLoad.

Tableau 33 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::NonConformLoad

nom	mult	type	description
p	1..1	ActivePower	hérité de: EnergyConsumer
q	1..1	ReactivePower	hérité de: EnergyConsumer
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.35 (Description) NonlinearShuntCompensator

Chemin d'héritage = [ShuntCompensator](#): [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Un compensateur shunt non linéaire possède des gradins de capacités ou des sections qui ont des valeurs d'admittance différentes. Les attributs g, b, g0 et b0 du NonlinearShuntCompensatorPoint associé décrivent la conductance totale et l'admittance d'un NonlinearShuntCompensatorPoint à un numéro de section spécifié par NonlinearShuntCompensatorPoint.sectionNumber.

Le Tableau 34 présente tous les attributs de NonlinearShuntCompensator.

Tableau 34 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::NonlinearShuntCompensator

nom	mult	type	description
sections	1..1	Float	hérité de: ShuntCompensator
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.36 (Description) NuclearGeneratingUnit

Chemin d'héritage = [GeneratingUnit](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Centrale nucléaire.

Le Tableau 35 présente tous les attributs de NuclearGeneratingUnit.

Tableau 35 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::NuclearGeneratingUnit

nom	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	hérité de:
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.37 (extrait) OperationalLimit

Chemin d'héritage = [IdentifiedObject](#)

Valeur et valeur normale associées à une sorte spécifique de limite.

L'attribut de valeur de sous-classe et de normalValue est inversement proportionnel à [OperationalLimitType.acceptableDuration](#) ([acceptableDuration](#) en abrégé) associé.

Si une partie d'équipement particulier a plusieurs limites opérationnelles du même type (puissance apparente, courant, etc.), la limite ayant la plus grande durée acceptable ([acceptableDuration](#)) doit avoir la plus petite valeur limite et la limite ayant la plus petite durée acceptable ([acceptableDuration](#)) doit avoir la plus grande valeur limite. Note: Un courant important ne peut être admis à traverser une partie d'équipement que pendant une courte durée sans causer de dommages, mais un courant moins important peut être admis à la traverser pendant une plus longue durée.

Le Tableau 36 présente tous les attributs de OperationalLimit.

Tableau 36 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::OperationalLimit

nom	mult	type	description
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.38 (extrait) PhaseTapChanger

Chemin d'héritage = [TapChanger](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Modèle de prise de déphasage de transformateur qui commande la différence d'angle de phase dans le transformateur de puissance et potentiellement le flux d'énergie active dans le transformateur de puissance. Ce modèle de prise de phase peut aussi avoir une incidence sur l'amplitude de la tension.

Le Tableau 37 présente tous les attributs de PhaseTapChanger.

Tableau 37 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChanger

nom	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: TapChanger
step	1..1	Float	hérité de: TapChanger
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.39 (Description) PhaseTapChangerAsymmetrical

Chemin d'héritage = PhaseTapChangerNonLinear: PhaseTapChanger: TapChanger: PowerSystemResource: IdentifiedObject

Décrit le modèle de prise pour un transformateur déphaseur asymétrique dans lequel le vecteur de tension différentielle s'ajoute à l'enroulement en phase. L'enroulement hors phase est l'extrémité du transformateur où se trouve le changeur de prise. L'angle entre l'enroulement en phase et hors phase 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.

Le Tableau 38 présente tous les attributs de PhaseTapChangerAsymmetrical.

Tableau 38 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerAsymmetrical

nom	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: TapChanger
step	1..1	Float	hérité de: TapChanger
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.40 (Description) PhaseTapChangerLinear

Chemin d'héritage = PhaseTapChanger: TapChanger: PowerSystemResource: IdentifiedObject

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 des deux côtés est la même.

Le Tableau 39 présente tous les attributs de PhaseTapChangerLinear.

Tableau 39 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerLinear

nom	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: TapChanger
step	1..1	Float	hérité de: TapChanger
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.41 (extrait) PhaseTapChangerNonLinear

Chemin d'héritage = [PhaseTapChanger](#): [TapChanger](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Le changeur de prise de phase non linéaire décrit le comportement non linéaire d'un changeur de prise de phase. Il s'agit d'une classe de base pour les modèles de changeurs de prise de phase symétriques et asymétriques. Des informations détaillées sur ces modèles peuvent être consultées dans l'IEC 61970-301.

Le Tableau 40 présente tous les attributs de PhaseTapChangerNonLinear.

Tableau 40 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerNonLinear

nom	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: TapChanger
step	1..1	Float	hérité de: TapChanger
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.42 (Description) PhaseTapChangerSymmetrical

Chemin d'héritage = [PhaseTapChangerNonLinear](#): [PhaseTapChanger](#): [TapChanger](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Décrit un modèle de prise de transformateur déphaseur symétrique dans lequel l'amplitude de la tension est identique des deux côtés. 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 étant deux fois l'arc-tangente de la moitié de la tension différentielle totale.

Le Tableau 41 présente tous les attributs de PhaseTapChangerSymmetrical.

Tableau 41 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerSymmetrical

nom	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: TapChanger
step	1..1	Float	hérité de: TapChanger
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.43 (Description) PhaseTapChangerTabular

Chemin d'héritage = [PhaseTapChanger](#): [TapChanger](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Décrit un changeur de prise avec un tableau qui définit la relation entre l'échelon de prise et la différence d'angle de phase aux bornes du transformateur.

Le Tableau 42 présente tous les attributs de PhaseTapChangerTabular.

Tableau 42 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PhaseTapChangerTabular

nom	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: TapChanger
step	1..1	Float	hérité de: TapChanger
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.44 (Description) PowerElectronicsConnection

Chemin d'héritage = [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Une connexion au réseau alternatif pour la production ou la consommation d'énergie qui utilise de l'électronique de puissance plutôt que des machines tournantes.

Le Tableau 43 présente tous les attributs de PowerElectronicsConnection.

Tableau 43 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PowerElectronicsConnection

nom	mult	type	description
p	1..1	ActivePower	Injection de puissance active. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour une solution en régime établi.
q	1..1	ReactivePower	Injection de puissance réactive. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour une solution en régime établi.
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.45 (extrait) PowerElectronicsUnit

Chemin d'héritage = [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Une unité de production ou une batterie ou un agrégat qui se connecte au réseau alternatif en utilisant de l'électronique de puissance plutôt que des machines tournantes.

Le Tableau 44 présente tous les attributs de PowerElectronicsUnit.

Tableau 44 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PowerElectronicsUnit

nom	mult	type	description
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.46 (extrait) PowerSystemResource

Chemin d'héritage = [IdentifiedObject](#)

Une ressource de système de puissance (PSR - power system resource) peut être un élément d'équipement tel qu'un interrupteur, un conteneur d'équipement qui contient de nombreux éléments d'équipements individuels tel qu'un poste, ou une entité opérationnelle telle qu'une zone de réglage. Des mesurages peuvent être associés aux ressources de système de puissance.

Le Tableau 45 présente tous les attributs de PowerSystemResource.

Tableau 45 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::PowerSystemResource

nom	mult	type	description
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.47 (extrait) ProtectedSwitch

Chemin d'héritage = [Switch](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Appareil de coupure qui peut être mis en fonctionnement par ProtectionEquipment.

Le Tableau 46 présente tous les attributs de ProtectedSwitch.

Tableau 46 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ProtectedSwitch

nom	mult	type	description
open	1..1	Boolean	hérité de: Switch
locked	1..1	Boolean	hérité de: Switch
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.48 (Description) RatioTapChanger

Chemin d'héritage = [TapChanger](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Changeur de prise qui modifie le rapport de tensions qui a une incidence sur l'amplitude de tension, mais pas sur l'angle de phase aux bornes du transformateur.

Convention du signe d'angle (général): Une valeur positive indique un déphasage positif entre l'enroulement où se trouve la prise et l'autre enroulement (pour un transformateur à deux enroulements).

Le Tableau 47 présente tous les attributs de RatioTapChanger.

Tableau 47 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::RatioTapChanger

nom	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: TapChanger
step	1..1	Float	hérité de: TapChanger
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.49 (extrait,Description) RegulatingCondEq

Chemin d'héritage = [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Type d'équipement conducteur qui peut réguler une grandeur (c'est-à-dire la tension ou le flux) à un endroit spécifique du réseau.

Le Tableau 48 présente tous les attributs de RegulatingCondEq.

Tableau 48 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::RegulatingCondEq

nom	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	Spécifie l'état de régulation de l'équipement. True (vrai) implique une régulation, False (faux) implique une non-régulation.
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.50 (Description) RegulatingControl

Chemin d'héritage = [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Spécifie un ensemble d'équipements qui fonctionnent conjointement pour contrôler une grandeur d'un réseau telle que la tension ou le flux.

La commande à distance de la tension du bus est possible en spécifiant la borne commandée située à un emplacement distant de l'équipement de contrôle.

La borne spécifiée doit être associée au nœud de connectivité du point contrôlé. Le sous-type le plus spécifique de RegulatingControl doit être utilisé lorsque ces équipements participent au contrôle, par exemple, TapChangerControl pour les changeurs de prise.

La convention de signe de charge est utilisée pour la commande du flux, c'est-à-dire que le signe positif signifie un flux à partir d'un TopologicalNode (bus) vers l'équipement conducteur.

Les attributs minAllowedTargetValue et maxAllowedTargetValue sont exigés dans les cas suivants:

- pour un module de production d'électricité qui fonctionne en mode de contrôle du facteur de puissance, afin de spécifier les valeurs maximale et minimale du facteur de puissance;
- chaque fois qu'il est nécessaire d'avoir une tension cible décentrée pour le régulateur du changeur de prise. Par exemple, en raison de la longueur des câbles des parcs éoliens offshore et de la nécessité d'avoir une installation plus simple sur la plateforme de transformation offshore, la tension est contrôlée depuis la terre au point de connexion du parc éolien offshore. Comme il y a généralement une augmentation de la tension le long du câble, il y a une surtension type de 3 kV à 4 kV par rapport à la station à terre. Ainsi, en fonctionnement normal, le changeur de prise de la station à terre fonctionne avec un point de consigne cible, qui se trouve dans les parties inférieures de la zone morte.

Les attributs minAllowedTargetValue et maxAllowedTargetValue ne sont pas liés à l'attribut targetDeadband et ne sont donc pas traités comme une variante de targetDeadband. Ils sont nécessaires en raison des limitations du contrôleur du poste local. L'attribut targetDeadband est utilisé pour empêcher le flux d'énergie de déplacer la position de la prise en cercle (pompage) qui doit être utilisé indépendamment des attributs minAllowedTargetValue et maxAllowedTargetValue.

Le Tableau 49 présente tous les attributs de RegulatingControl.

Tableau 49 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::RegulatingControl

nom	mult	type	description
discrete	1..1	Boolean	La régulation est effectuée en mode discret. Elle s'applique à des équipements avec des commandes discrètes, par exemple les changeurs de prise et les compensateurs shunts.
enabled	1..1	Boolean	L'indicateur indique si la régulation est activée.
targetDeadband	0..1	Float	Il s'agit d'une zone morte utilisée avec la commande discrète pour éviter la mise à jour excessive des commandes telles que les changeurs de prise et les gradins de capacités des compensateurs shunts pendant la régulation. Les unités des valeurs appropriées au mode. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle. Si RegulatingControl.discrete est réglé sur "false", RegulatingControl.targetDeadband doit être ignoré. 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.
targetValue	1..1	Float	Valeur cible spécifiée pour l'entrée du cas. Cette valeur peut être utilisée pour la valeur cible sans utiliser de programmes. La valeur possède les unités appropriées à l'attribut du mode.
targetValueUnitMultiplier	1..1	UnitMultiplier	Spécifie le multiplicateur utilisé pour la TargetValue.
maxAllowedTargetValue	0..1	Float	Valeur cible maximale admise (RegulatingControl.targetValue).
minAllowedTargetValue	0..1	Float	Valeur cible minimale admise (RegulatingControl.targetValue).
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.51 (extrait) RotatingMachine

Chemin d'héritage = [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Machine tournante qui peut être utilisée comme générateur ou moteur.

Le Tableau 50 présente tous les attributs de RotatingMachine.

Tableau 50 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::RotatingMachine

nom	mult	type	description
p	1..1	ActivePower	Injection de puissance active. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour une solution en régime établi.
q	1..1	ReactivePower	Injection de puissance réactive. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour une solution en régime établi.

nom	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.52 (extrait) ShuntCompensator

Chemin d'héritage = [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Condensateur ou bobine d'inductance shunt ou un gradin de capacités commutable de condensateurs ou de bobines d'inductance shunt. Une section d'un compensateur shunt est un condensateur ou une bobine d'inductance individuel(le). Une valeur négative pour *bPerSection* indique que le compensateur est une bobine d'inductance. *ShuntCompensator* est un appareil à une seule borne. La mise à la terre est impliquée.

Le Tableau 51 présente tous les attributs de *ShuntCompensator*.

Tableau 51 – Attributs de *SteadyStateHypothesisProfile::ShuntCompensator*

nom	mult	type	description
sections	1..1	Float	Utilisation des sections du compensateur shunt. Valeur initiale pour une solution en régime établi. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle. Des valeurs non entières sont admises pour prendre en charge les variables continues. Les valeurs continues existent pour appuyer les cas d'étude pour lesquels aucun compensateur shunt discret n'a encore été conçu. Une solution dans laquelle une plage de tensions étroite contraint les sections à osciller ou à s'adapter pour une solution continue comme entrée. Pour <i>LinearShuntCompensator</i> , la valeur doit être comprise entre zéro et <i>ShuntCompensator.maximumSections</i> . À la valeur zéro, la conductance et l'admittance du compensateur shunt sont nulles. L'interpolation linéaire de la conductance et de l'admittance entre la section entière précédente et suivante est appliquée dans le cas de valeurs non entières. Les <i>NonlinearShuntCompensator</i> -s, doivent être réglés sur un seul des <i>NonlinearShuntCompensatorPoint.sectionNumber</i> . Il n'y a pas d'interpolation entre les <i>NonlinearShuntCompensatorPoint</i> -s.
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.53 (Description) SolarGeneratingUnit

Chemin d'héritage = [GeneratingUnit](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Centrale thermique solaire, connectée au réseau au moyen d'une machine tournante. Cette classe ne représente pas la production photovoltaïque (PV).

Le Tableau 52 présente tous les attributs de *SolarGeneratingUnit*.

Tableau 52 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::SolarGeneratingUnit

nom	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	hérité de: GeneratingUnit
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.54 (Description) StaticVarCompensator

Chemin d'héritage = [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Installation qui fournit une puissance réactive shunt variable et modulable. Le compensateur statique d'énergie réactive ou SVC (Static Var Compensator) se compose généralement d'un transformateur abaisseur, d'un filtre, d'une bobine d'inductance commandée par thyristor et de bras de condensateur commandés par thyristor.

Le SVC peut fonctionner en mode MVar de sortie fixe ou en mode de réglage de tension. En mode de réglage de tension, la sortie du SVC est proportionnelle à l'écart de tension au niveau du bus régulé à partir du point de consigne de la tension. La pente des caractéristiques du SVC définit la proportion. Si la tension aux bornes du bus commandé est égale au point de consigne de la tension, le MVar de sortie du SVC est nul.

Le Tableau 53 présente tous les attributs de StaticVarCompensator.

Tableau 53 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::StaticVarCompensator

nom	mult	type	description
q	1..1	ReactivePower	Injection de puissance réactive. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud. Valeur initiale pour une solution en régime établi.
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.55 (Description) StationSupply

Chemin d'héritage = [EnergyConsumer](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Approvisionnement de la centrale avec une charge dérivée de la sortie de la centrale.

Le Tableau 54 présente tous les attributs de StationSupply.

Tableau 54 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::StationSupply

nom	mult	type	description
p	1..1	ActivePower	hérité de: EnergyConsumer
q	1..1	ReactivePower	hérité de: EnergyConsumer
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.56 (Description) Switch

Chemin d'héritage = [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Appareil générique qui vise à établir ou à interrompre le courant, ou les deux, dans un ou plusieurs circuits électriques. Tous les interrupteurs sont des appareils à deux bornes, y compris les interrupteurs de mise à la terre. Le ACDCTerminal.connected aux deux côtés de l'interrupteur ne doit pas être pris en considération pour évaluer la connectivité de l'interrupteur, c'est-à-dire que seuls Switch.open, .normalOpen et .locked sont pertinents.

Le Tableau 55 présente tous les attributs de Switch.

Tableau 55 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Switch

nom	mult	type	description
open	1..1	Boolean	L'attribut indique si l'interrupteur est considéré comme ouvert lorsqu'il est utilisé comme entrée pour le traitement de topologie
locked	1..1	Boolean	Si true (vrai), l'interrupteur est verrouillé. L'état d'interrupteur qui en résulte est une combinaison des attributs locked et Switch.open comme suit: - locked=true et Switch.open=true. L'état qui en résulte est ouvert et verrouillé; - locked=false et Switch.open=true. L'état qui en résulte est ouvert; - locked=false et Switch.open=false. L'état qui en résulte est fermé.
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.57 (Description) SynchronousMachine

Chemin d'héritage = [RotatingMachine](#): [RegulatingCondEq](#): [EnergyConnection](#): [ConductingEquipment](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Appareil électromécanique qui fonctionne avec l'arbre tournant de façon synchrone avec le réseau. Il s'agit d'une machine unique qui fonctionne comme un générateur, comme un condensateur synchrone ou comme une pompe.

Le Tableau 56 présente tous les attributs de SynchronousMachine.

Tableau 56 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::SynchronousMachine

nom	mult	type	description
operatingMode	1..1	SynchronousMachineOperatingMode	Mode de fonctionnement actuel.
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.
p	1..1	ActivePower	hérité de: RotatingMachine
q	1..1	ReactivePower	hérité de: RotatingMachine
controlEnabled	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingCondEq
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.58 (extrait) TapChanger

Chemin d'héritage = [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Mécanisme de modification des positions des prises de l'enroulement du transformateur.

Le Tableau 57 présente tous les attributs de TapChanger.

Tableau 57 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::TapChanger

nom	mult	type	description
controlEnabled	1..1	Boolean	Spécifie l'état de régulation de l'équipement. True (vrai) implique une régulation. False (faux) implique une non-régulation.
step	1..1	Float	Position du changeur de prise. Échelon initial pour une solution en régime établi. Des valeurs non entières sont admises pour prendre en charge les variables de prise continues. La valeur continue sert à appuyer les cas d'études dans lesquels aucun changeur de prise discret n'a encore été conçu, une solution pour laquelle la bande étroite de tension force le régulateur de prise à osciller ou à s'ajuster pour obtenir une solution continue comme entrée. L'attribut doit être supérieur ou égal à lowStep et inférieur ou égal à highStep.
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.59 (Description) TapChangerControl

Chemin d'héritage = [RegulatingControl](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Décrit le comportement spécifique au niveau des changeurs de prise, par exemple la façon dont la tension à l'extrémité d'une ligne varie selon le niveau de charge et la compensation de la baisse de tension par un réglage de la prise.

Le Tableau 58 présente tous les attributs de TapChangerControl.

Tableau 58 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::TapChangerControl

nom	mult	type	description
discrete	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingControl
enabled	1..1	Boolean	hérité de: RegulatingControl
targetDeadband	0..1	Float	hérité de: RegulatingControl
targetValue	1..1	Float	hérité de: RegulatingControl
targetValueUnitMultiplier	1..1	UnitMultiplier	hérité de: RegulatingControl
maxAllowedTargetValue	0..1	Float	hérité de: RegulatingControl
minAllowedTargetValue	0..1	Float	hérité de: RegulatingControl
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.60 (Description) Terminal

Chemin d'héritage = [ACDCTerminal](#): [IdentifiedObject](#)

Point de connexion électrique en courant alternatif à une partie d'un équipement conducteur. Les Terminals (bornes) sont connectées sur des points de connexion physiques appelés nœuds de connectivité (connectivity nodes).

Le Tableau 59 présente tous les attributs de Terminal.

Tableau 59 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::Terminal

nom	mult	type	description
connected	1..1	Boolean	hérité de: ACDCTerminal
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.61 (Description) ThermalGeneratingUnit

Chemin d'héritage = [GeneratingUnit](#): [Equipment](#): [PowerSystemResource](#): [IdentifiedObject](#)

Unité de production dont la machine motrice peut être une turbine à vapeur, une turbine à combustion ou un moteur diesel.

Le Tableau 60 présente tous les attributs de ThermalGeneratingUnit.

Tableau 60 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::ThermalGeneratingUnit

nom	mult	type	description
normalPF	1..1	Float	hérité de: GeneratingUnit
inService	1..1	Boolean	hérité de: Equipment
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.62 (Description) VoltageLimit

Chemin d'héritage = [OperationalLimit](#): [IdentifiedObject](#)

Limite opérationnelle appliquée à la tension.

L'utilisation de VoltageLimit opérationnelle est préférable aux limites définies au VoltageLevel. Les VoltageLimits opérationnelles sont utilisées, si elles existent.

Le Tableau 61 présente tous les attributs de VoltageLimit.

Tableau 61 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::VoltageLimit

nom	mult	type	description
value	1..1	Voltage	Limite de tension. La nature supérieure ou inférieure de la limite dépend des propriétés du type de la limite opérationnelle. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle.
mRID	1..1	String	hérité de: IdentifiedObject

8.2.63 (Description) VsConverter

Chemin d'héritage = ACDCConverter: ConductingEquipment: Equipment: PowerSystemResource: IdentifiedObject

Côté courant continu du convertisseur de source de tension (VSC – voltage source converter).

Le Tableau 62 présente tous les attributs de VsConverter.

Tableau 62 – Attributs de SteadyStateHypothesisProfile::VsConverter

nom	mult	type	description
droop	0..1	PU	Statisme constant. La valeur pu est obtenue par $D [kV/MW] \times S_b / U_{bdc}$. L'attribut doit être une valeur positive.
droopCompensation	0..1	Resistance	Compensation constante. Utilisée pour compenser la chute de tension lors de la régulation de la tension à un bus distant. L'attribut doit être une valeur positive.
pPccControl	1..1	VsPpccControlKind	Type de régulation de la puissance réelle et/ou de la tension continue.
qPccControl	1..1	VsQpccControlKind	Type de régulation de la puissance réactive.
qShare	0..1	PerCent	Facteur de répartition de la puissance réactive entre des convertisseurs installés en parallèle sur une commande à courant alternatif. L'attribut doit être une valeur positive ou nulle.
targetQpcc	0..1	ReactivePower	Injection cible de la puissance réactive dans un réseau à courant alternatif, au point de couplage commun. La convention du signe de charge est utilisée, c'est-à-dire que le signe positif signifie flux en provenance d'un nœud.
targetUpcc	0..1	Voltage	Tension cible dans un réseau à courant alternatif, au point de couplage commun. L'attribut doit être une valeur positive.
targetPowerFactorPcc	0..1	Float	Facteur de puissance cible du côté alternatif, au point de couplage commun. L'attribut doit être une valeur positive.
targetPhasePcc	0..1	AngleDegrees	Phase cible au côté alternatif, au point de couplage commun. L'attribut doit être une valeur positive.
targetPWMfactor	0..1	Float	Amplitude du facteur de modulation d'impulsion. L'attribut doit être une valeur positive.
p	1..1	ActivePower	hérité de: ACDCConverter
q	1..1	ReactivePower	hérité de: ACDCConverter