

**DIN EN 61970-452**

ICS 35.240.50

Ersatz für  
DIN EN 61970-452:2014-07  
Siehe Anwendungsbeginn

**Schnittstelle für Anwendungsprogramme für Netzführungssysteme  
(EMS-API) –  
Teil 452: CIM-Austauschformat-Spezifikation  
(IEC 61970-452:2015);  
Englische Fassung EN 61970-452:2015**

Energy management system application program interface (EMS-API) –  
Part 452: CIM model exchange specification  
(IEC 61970-452:2015);  
English version EN 61970-452:2015

Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) –  
Partie 452: spécification d'échange de modèle CIM  
(IEC 61970-452:2015);  
Version anglaise EN 61970-452:2015

Gesamtumfang 109 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## **Anwendungsbeginn**

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-05-14 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2016-12-01.

Für DIN EN 61970-452:2014-07 besteht eine Übergangsfrist bis 2018-05-14.

## **Nationales Vorwort**

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61970-452:2014-11.*

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 952 „Netzleittechnik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 57 „Power systems management and associated information exchange“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Präsidium des DIN hat mit Präsidialbeschluss 1/2004 festgelegt, dass DIN-Normen, deren Inhalt sich auf internationale Arbeitsergebnisse der Informationsverarbeitung gründet, unter bestimmten Bedingungen allein in englischer Sprache veröffentlicht werden dürfen. Diese Bedingungen sind für die vorliegende Norm erfüllt.

Da sich die Benutzer der vorliegenden Norm der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung der EN 61970-452 veröffentlicht. Zu deren Abschnitt 3 „Überblick über die Datenanforderungen“, wurde eine Übersetzung angefertigt und als informativer Nationaler Anhang NA der vorliegenden Norm hinzugefügt. Für die meisten der verwendeten Begriffe existieren keine gebräuchlichen deutschen Benennungen, da sich die deutschen Anwender in der Regel ebenfalls der englischen Benennungen bedienen. Diese Norm steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Rechtsvorschriften und ist nicht als Sicherheitsnorm anzusehen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 61970-452:2014-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Unterabschnitt 3.3: Transformator-Modellierung – Aktualisierung der Transformator-Modell-Beschreibung;
- b) Unterabschnitt 3.5.1: generelle Aktualisierung des Gebrauchs der „Messklassen“ (en: measurement classes), um die Änderungen am „Messmodell“ (en: measurement model) darzustellen;
- c) Unterabschnitt 3.5.2: ICCP-Daten-Austausch (ICCP data exchange): Aktualisierung, um die Verwendung der Identifikation im Modell wiederzugeben (IdentifiedObject, Name und NameType);
- d) Abschnitt 4: Aktualisierung des CIM-Ausrüstungs-Profils (u. a. PhaseTapChanger, TapChanger, PowerTransformer).

## Frühere Ausgaben

DIN EN 61970-452: 2014-07

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Auszugsweise Übersetzung<sup>N1)</sup>

## 3 Überblick über die Datenanforderungen

### 3.1 Überblick

Eine ausführliche Diskussion zu den Anwendungsfällen des Modellaustauschs kann in Anhang A gefunden werden. In allen Fällen ist der Zweck dieser Norm:

- die Genauigkeit von in kritischen Systemen verwendeten Modellen von Elektrizitätsversorgungssystemen zu verbessern, insbesondere die Darstellung von Netzteilen außerhalb der primären Domäne des fraglichen Systems;
- Konsistenz zwischen den verwendeten Modellen zu erreichen, die von den verschiedenen Systemen, die beim Betrieb oder der Planung des Verbunds eine Rolle spielen, verwendet werden;
- die Gesamtkosten zur Wartung kritischer Modelle, die für den Betrieb oder die Planung eines Verbunds verwendet werden, zu verringern.

Die in diesem Dokument identifizierten Klassen, Attribute und Assoziationen stellen die minimale Untermenge des vollständigen CIM-Modells dar, die notwendig ist, um ausreichende Daten des Elektrizitätsversorgungssystems auszutauschen und damit die Zustandsschätzung und den Leistungsfluss zu unterstützen.

### 3.2 Allgemeine Anforderungen

Die folgenden Anforderungen sind allgemeiner Natur oder betreffen mehrere Klassen. Zusätzliche Anforderungen sind in den Abschnitten der individuellen Klassen festgelegt.

- Es muss die im CIM-Modell festgelegte Kardinalität befolgt werden, es sei denn, in diesem Dokument wird eine andere Kardinalität explizit festgelegt. Zum Beispiel gibt die Kardinalität zwischen VoltageLevel (Spannungspegel) und BaseVoltage (Grundspannung) an, dass VoltageLevel mit einer und nur einer BaseVoltage assoziiert sein muss, aber BaseVoltage mit null oder mehreren VoltageLevel assoziiert sein kann.
- Assoziationen zwischen Klassen, auf die in diesem Dokument verwiesen wird, und zwischen Klassen, auf die hier nicht verwiesen wird, sind unabhängig von der Kardinalität nicht erforderlich. Das CIM fordert zum Beispiel, dass eine HydroGeneratingUnit (Hydroerzeugungseinheit) mit einem HydroPowerPlant (Wasserkraftwerk) assoziiert ist. Da die HydroPowerPlant-Klasse nicht in diesem Dokument enthalten ist, wird die Assoziation zu HydroPowerPlant in diesem Kontext als nicht obligatorisch erachtet.
- Es ist nicht erforderlich, dass das Attribut „name“, das durch viele Klassen von der abstrakten Klasse IdentifiedObject (identifiziertes Objekt) ererbt wird, eindeutig ist. Die im Datenaustauschformat festgelegte RDF ID ist der einzige eindeutige und persistente Bezeichner, der für diesen Datenaustausch verwendet wird. Das Attribut IdentifiedObject.name ist jedoch immer erforderlich. Das zusätzliche Attribut von IdentifiedObject, aliasName, ist nicht erforderlich.
- Obwohl es nicht innerhalb dieses Profils festgelegt ist, sollte das Attribut IdentifiedObject.mRID als die RDF ID verwendet werden. Die RDF ID kann nicht mit einer Zahl anfangen. Falls notwendig, sollte ein Unterstrich als erstes Zeichen hinzugefügt werden. Die RDF ID muss global eindeutig sein. Um die globale Eindeutigkeit sicherzustellen, darf, falls notwendig, ein Präfix hinzugefügt werden, aber die RDF ID einschließlich des Präfix muss innerhalb der unten festgelegten Grenzen für die maximale Zeichenzahl sein.

---

<sup>N1)</sup> Nationale Fußnote: Die Nummerierung der IEC 61970-452:2015 wurde beibehalten.

- Die maximale Zeichenanzahl von Namen und Bezeichnern sind nachfolgend aufgeführt:
  - rdf:ID – maximal 60 Zeichen;
  - IdentifiedObject.name – maximal 32 Zeichen;
  - IdentifiedObject.aliasname – maximal 40 Zeichen.
- Um eine konsistente Benennungshierarchie zu bewahren, muss jede Substation in einer SubGeographicalRegion (geografischen Unterregion) enthalten sein und jede SubGeographicalRegion muss in einer und nur einer GeographicalRegion (geografischen Region) enthalten sein.
- Equipment (Ausrüstung), das ohne Konnektivität festgelegt ist, da das/die assoziierte(n) Terminal(s) (Anschluss/Anschlüsse) nicht an ConnectivityNodes (Konnektivitätsknoten) angeschlossen ist/sind, ist zulässig, zum Beispiel ein ShuntCompensator (Nebenschlusskompensator), dessen Terminal nicht mit einem ConnectivityNode assoziiert ist.
- UTF-8 ist die Standarddateikodierung. UTF-16 wird nicht unterstützt.
- Auszutauschende Instanzdaten müssen die detaillierteste Klasse in Anspruch nehmen. Die Klassen GeneratingUnit (Erzeugungseinheit), Switch (Schalter) und EnergyConsumer (Energieverbraucher) sollten nur verwendet werden, falls die Informationen, um die detaillierteren Klassen [ThermalGeneratingUnit (Wärmeerzeugungseinheit), HydroGeneratingUnit, Breaker (Leistungsschalter), Disconnecter (Trennschalter), usw.] zu bestimmen, nicht verfügbar sind.

### 3.3 Transformatormodellierung

Ein PowerTransformer (Leistungstransformator) mit zwei Wicklungen besitzt zwei PowerTransformerEnds (Leistungstransformatorenden). Dies ermöglicht es, die Impedanzwerte für das äquivalente Pi-Modell an einem Ende festzulegen oder sie zwischen den beiden Enden aufzuteilen. Die Impedanzen müssen wie in Bild 1 dargestellt, primärspannungsseitig festgelegt werden.

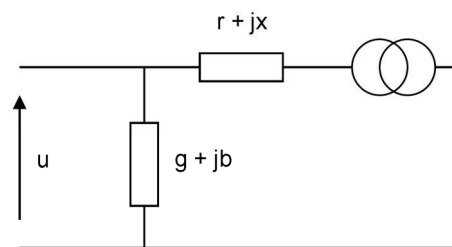


**Bild 1 – Impedanz eines Transformators mit zwei Wicklungen**

Ein PowerTransformer mit drei Wicklungen besitzt drei PowerTransformerEnds. Wie unten dargestellt, entspricht das äquivalente Pi-Modell den in „Wert Y“-Konfiguration angeschlossenen drei Enden. Die Impedanzwerte eines Transformators mit drei Wicklungen werden an jeder der drei TransformerWindings (Transformatorwicklungen) festgelegt. Jedes der Enden weist Längsimpedanz  $r_n + jx_n$  und Nebenschluss  $g_n + jb_n$  auf, wobei, wie in Bild 2 dargestellt, „n“ ist: „p“ für primär, „s“ für sekundär und „t“ für tertiär.

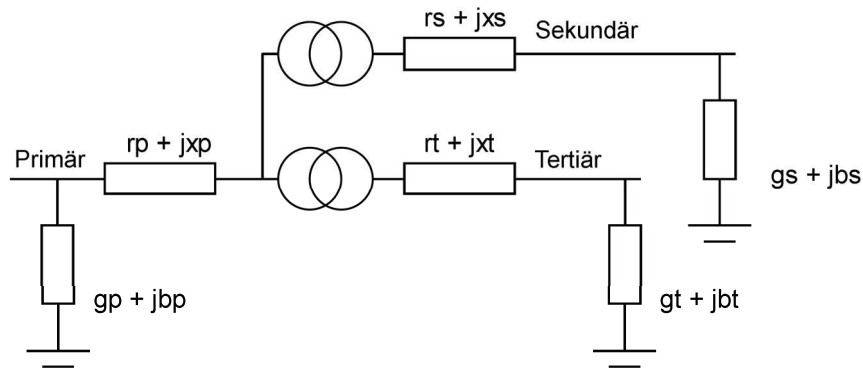


Bild 2 – Impedanz eines Transformators mit drei Wicklungen

Zusätzliche auf die Modellierung von Transformatoren bezogene Anforderungen sind nachfolgend aufgeführt.

- Jeder PowerTransformer und seine zugehörigen PowerTransformerEnds und Stufenschalter [RatioTapChanger (Übersetzung des Stufenschalters), PhaseTapChangerLinear (Phase des linearen Stufenschalters), PhaseTapChangerSymetrical (Phase des symmetrischen Stufenschalters) und PhaseTapChangerAsymetrical (Phase des asymmetrischen Stufenschalters)] müssen innerhalb einer Substation enthalten sein. Für den Fall eines Transformators, der zwei Substations verbindet, kann jedoch der Anschluss von einem der PowerTransformerEnds an einen in einer anderen Substation festgelegten ConnectivityNode angeschlossen werden. In diesem Fall sind der PowerTransformer, die PowerTransformerEnds und die Stufenschalter immer noch in einer Substation festgelegt.
- Ein PowerTransformer muss von einer Substation umfasst sein. Ein PowerTransformerEnd muss von einem PowerTransformer umfasst sein. RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical und PhaseTapChangerAsymetrical müssen von einem PowerTransformerEnd umfasst sein.
- Jeder PowerTransformer muss mindestens zwei und darf nicht mehr als drei PowerTransformerEnds aufweisen. Jedes PowerTransformerEnd kann höchstens einen Stufenschalter (RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical oder PhaseTapChangerAsymetrical) aufweisen. Weist ein PowerTransformerEnd keinen assoziierten Stufenschalter auf, so sollte in Betracht gezogen werden, dass das Ende eine feste Anzapfung aufweist.

Mehrere Typen von Regeltransformatoren werden durch das CIM-Modell unterstützt. In Abhängigkeit von den Regelfähigkeiten werden die Auswirkungen der Anzapfungsbewegung unter Verwendung der RatioTapChanger-Klasse, der PhaseTapChangerLinear-Klasse, der PhaseTapChangerSymetrical-Klasse oder der PhaseTapChangerAsymetrical-Klasse festgelegt. Jede dieser Klassen ist ein Untertyp der TapChanger-Klasse (Stufenschalter). Die Verwendung der verschiedenen Untertypen wird in IEC 61970-301 erklärt.

### 3.4 Modellierungsstellen

Anhand der in Anhang A detailliert dargestellten Anwendungsfälle für den Modellaustausch ist es klar, dass die meisten Situationen mehrere Entitäten erfordern, die miteinander kooperieren müssen. In diesen Situationen ist es sehr wichtig zu bestimmen, welche Entität die Befugnis zur Modellierung jedes Bereichs oder jedes Satzes an Datenobjekten hat. Für diesen Zweck werden die Konzepte ModelingAuthority (Modellierungsstelle) und ModelingAuthoritySet (Modellierungsstellensatz) benutzt. ModelingAuthority und ModelingAuthoritySet sind nicht als Klassen in der normativen Menge von CIM festgelegt. Sind mehrere Modellierungseinheiten beteiligt, ist jedes modellierte Objekt einem ModelingAuthoritySet zugewiesen. Eine ModelingAuthority kann für ein oder mehrere ModelingAuthoritySets verantwortlich sein. Eine detailliertere Beschreibung zur Verwendung von ModelingAuthorities und ModelingAuthoritySets kann in Anhang B gefunden werden. Wenn das Konzept von ModelingAuthoritySets verwendet wird, muss eine einzelne Datei nur die Datenobjekte enthalten, die mit einem einzelnen ModelingAuthoritySet assoziiert sind.

### 3.5 Verwendung von Messklassen

#### 3.5.1 Allgemeines

Die Verwendung der CIM-Messklassen (en: measurement classes) [Analog, Accumulator (Akkumulator) und Discrete (diskret)] wird häufig missverstanden und hat sich mit der Zeit verändert. Vorher wurden die Klassen als Ergänzung zur Verwendung von repräsentierenden Punkten im System, in dem Telemetrie verfügbar ist, verwendet, um Limits (Grenzen) mit einem Ausrüstungsgegenstand (en: piece of Equipment) zu assoziieren, und um geregelte Punkte festzulegen. Jetzt werden Messungen nur verwendet, um festzulegen, wo Telemetrie verfügbar ist, und um den Austausch von ICCP-Daten zu unterstützen.

Ein Measurement muss mit einer PowerSystemResource (Ressource eines Elektrizitätsversorgungssystems) assoziiert sein, um die Eingrenzungsinformationen für die Messung zu übermitteln. Messungen der Übertragungsleitung sollten mit einem ACLineSegment (Segment einer Wechselstromleitung), nicht mit einer Line (Leitung) assoziiert sein. Transformatormessungen sollten mit einem PowerTransformer und nicht mit einer TransformerWinding (Transformatorwicklung) assoziiert sein. Spannungsmessungen sollten mit einem Ausrüstungsgegenstand und nicht mit einem VoltageLevel assoziiert sein. Eine Messung einer TapPosition (Anzapfungsstellung) muss mit einem Stufenschalter (RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical oder PhaseTapChangerAsymetrical) assoziiert sein. Eine Messung einer SwitchPosition (Schalterstellung) muss mit einem Switch oder einem Untertyp von Switch assoziiert sein.

Measurement darf auch mit einem der Terminals assoziiert sein, die mit einem Ausrüstungsgegenstand assoziiert sind. Bei Messungen, die tatsächlich ferngemessene Punkte darstellen, ist es besonders wichtig, dass die Assoziation mit einem Terminal den spezifischen topologischen Punkt im gemessenen Netz festlegt. Ein Measurement kann höchstens mit einem (en: one) Terminal assoziiert sein. Jede Flussmessung (Wirkleistung, Blindleistung oder Strom) muss mit einem Anschluss assoziiert sein. Diese Assoziation ist besonders wichtig für StateEstimation (Zustandsschätzung). Die Messung muss mit dem korrekten Anschluss eines leitenden Ausrüstungsgegenstands, der gemessen wird, assoziiert sein [SynchronousMachine (Synchronmaschine), EnergyConsumer, ACLineSegment, PowerTransformer, usw.]. Die Assoziation der Messung mit einem Anschluss der falschen Ausrüstung oder dem Anschluss am falschen Ende des richtigen Ausrüstungsgegenstands wird Probleme für StateEstimation verursachen. Nur zwei Typen von Messungen, TapPosition und SwitchPosition, erfordern keine Assoziation mit einem Terminal.

In diesem Profil sind drei Untertypen von Measurement enthalten, Analog, Accumulator und Discrete. Das Attribut Measurement.measurementType (Typ der Messung) wird verwendet, um zu beschreiben was gemessen wird, aber nur bestimmte measurementTypes sind für jeden der Untertypen von Measurement gültig. Die gültigen Assoziationen sind in Tabelle 1 festgelegt.

**Tabelle 1 – Gültige measurementTypes**

| Unterklasse von Measurement | measurementType                                   |
|-----------------------------|---------------------------------------------------|
| Analog                      | ThreePhasePower (Dreiphasenleistung)              |
|                             | ThreePhaseActivePower (Dreiphasenwirkleistung)    |
|                             | ThreePhaseReactivePower (Dreiphasenblindleistung) |
|                             | LineCurrent (Leitungsstrom)                       |
|                             | PhaseVoltage (Phasenspannung)                     |
|                             | LineToLineVoltage (Außenleiterspannung)           |
|                             | Angle (Winkel)                                    |
|                             | TapPosition (Stellungmeldung)                     |
| Accumulator                 | ApparentEnergy (Scheinenergie)                    |
|                             | ReactiveEnergy (Blindenergie)                     |
|                             | ActiveEnergy (Wirkenergie)                        |
|                             | SwitchPosition (Schaltermeldung)                  |
| Discrete                    |                                                   |

### 3.5.2 ICCP-Datenaustausch

Im Kontext dieses Datenaustauschprofils hat der ICCP-Datenaustausch nur den Zweck, Eingangsmessungen zur Verwendung durch den StateEstimator (Zustandsschätzer) festzulegen. Er ist nicht dafür gedacht, bidirektionalen ICCP-Austausch zu konfigurieren.

ICCP (offiziell bekannt als IEC 61870-6 TASE.2)-Daten werden unter Verwendung der Klassen Measurement (Analog, Discrete und Accumulator), der Klassen MeasurementValue (Messwert) [AnalogValue (analoger Wert), DiscreteValue (diskreter Wert) und AccumulatorValue (akkumulierter Wert)] und der Klasse MeasurementValueSource (Quelle des Messwerts) ausgetauscht. Die Klasse MeasurementValueSource wird verwendet, um das Steuerungszentrum festzulegen, das die ICCP-Daten liefert. MeasurementValueSource muss mit einer Instanz von Name assoziiert sein, wobei das Attribut Name.name den Namen des liefernden Steuerungszentrums enthält. Die mit dem Namen des Steuerungszentrums assoziierte Instanz NameType (Namenstyp) muss das Attribut NameType.name auf „ICCP Provider ID“ (ICCP-Anbieter-ID) setzen.

Die Klassen MeasurementValue werden verwendet, um die ICCP-ID festzulegen. MeasurementValue muss mit einer Instanz von Name assoziiert sein, wobei das Attribut Name.name den Namen der ICCP-ID enthält. Die mit dem Namen der ICCP-ID assoziierte Instanz NameType muss das Attribut NameType.name auf „ICCP ID“ (ICCP-ID) setzen. Das Attribut MeasurementValue.name enthält den SCADA-Stellennamen. Jeder MeasurementValue wird mit einem (en: one) Measurement assoziiert. Jeder MeasurementValue, der über ICCP geliefert wird, muss auch eine Assoziation zu MeasurementValueSource aufweisen.

Um die Stelle im gemessenen System eindeutig festzulegen, sollte Measurement mit einem Terminal assoziiert sein. Bei einer Schalterzustandsmessung würde jedoch die Assoziation zur entsprechenden PowerSystemResource, die den Schalter repräsentiert, ausreichend sein.

### 3.6 Spannungs- oder Wirkleistungssteuerung

Um unter Verwendung von CIM festzulegen, wie ein Ausrüstungsgegenstand eine Stelle im System reguliert, wird eine Assoziation zwischen der regelnden leitenden Ausrüstung [SynchronousMachine, ShuntCompensator, StaticVarCompensator (statische variable Blindleistungsmaschine), RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical oder PhaseTapChangerAsymetrical] und einer Instanz von RegulatingControl (Regelsteuerung) oder TapChangerControl (Stufenschaltersteuerung) festgelegt. RegulatingControl oder TapChangerControl müssen mit einem Terminal assoziiert sein. Die Steuerung eines Regelausrüstungsgegenstands kann auf ein Terminal verweisen, der mit einer anderen PowerSystemResource assoziiert ist. Bei Spannungsänderungen könnte die Steuerung einer SynchronousMachine beispielsweise auf ein Terminal verweisen, der mit einer BusbarSection (Sammelschienenabschnitt) assoziiert ist. Das Terminal legt die Regelstelle fest. Die Assoziation zwischen RegulatingControl oder TapChangerControl und Terminal ist erforderlich, um die Änderung der Spannung oder Wirkleistung festzulegen. Bei SynchronousMachine, ShuntCompensator, StaticVarCompensator RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical oder PhaseTapChangerAsymetrical, die nicht regulierend wirken, ist die Assoziation zu RegulatingControl oder TapChangerControl nicht erforderlich.

### 3.7 Verwendung von Kurven

#### 3.7.1 Allgemeines

Die Verwendung der Attribute von Curve (Kurve) und CurveData (Kurvendaten) wird sich für die verschiedenen von Curve abgeleiteten Kurventypen unterscheiden. Das Attribut curveStyle (Form der Kurve) sollte auf „constantYValue“ (konstanter Y-Wert) gesetzt werden, um einen Y-Wert festzulegen, der sich nicht verändert. In diesem Fall sollte nur eine Instanz von CurveData enthalten sein, die den einzelnen Punkt der Kurve festlegt. Da der Y-Wert konstant ist, wird der Wert von CurveData.xvalue ignoriert, falls er überhaupt geliefert wurde. Eine Kurve sollte niemals mehrere Instanzen von CurveData aufweisen, bei denen der Wert von xvalue wiederholt wird.

### 3.7.2 Blindleistungsbegrenzung der Erzeugungseinheit

Die Blindleistungsgrenzen einer Erzeugungseinheit müssen im Datenaustausch enthalten sein, dürfen aber in Abhängigkeit von den Eigenschaften der repräsentierten Erzeugungseinheit abweichend festgelegt werden. In den meisten Fällen sollte eine SynchronousMachine mit einer Standard-ReactiveCapabilityCurve (Kurve der Blindleistungsfähigkeit), die die Assoziation SynchronousMachine.InitialReactiveCapabilityCurve (anfängliche Kurve der Blindleistungsfähigkeit der Synchronmaschine) verwendet, assoziiert werden.

Die Attribute der Blindleistungsgrenze in der Klasse SynchronousMachine, minQ und maxQ, können verwendet werden, falls sich die Blindleistungsgrenzen der Erzeugungseinheit nicht mit dem echten Leistungsausgang ändern. Beide Blindleistungsgrenzen sollten auf den festen Blindleistungsausgangswert gesetzt werden, falls der Blindleistungsausgang der Erzeugungseinheit fest ist.

### 3.8 Definition von Zeitplänen

Die Verwendung der Attribute von RegularIntervalSchedule (regulärer Intervallzeitplan) und RegularTimePoint (regulärer Zeitpunkt) wird sich für die unterschiedlichen von RegularIntervalSchedule abgeleiteten Typen von Zeitplänen unterscheiden. Um eine relative Zeit für einen Zeitplan festzulegen, kann der Datumsteil des dateTime-Formats (Datum-/Zeitformat) eliminiert werden, was zum ISO 8601-Uhrzeitformat „hh:mm:ss“ führt. In diesem Format ist „hh“ die Anzahl der nach Mitternacht vollständig verstrichenen Stunden, „mm“ die Anzahl der vollständigen Minuten seit Anfang der Stunde und „ss“ die Anzahl der vollständigen Sekunden seit Anfang der Minute.

Die früheste zulässige in einem Zeitplan verwendete Zeit [BasicIntervalSchedule.startTime (Startzeit eines grundlegenden Intervallzeitplans)] ist „00:00:00“. Die späteste zulässige in einem Zeitplan verwendete Zeit [RegularIntervalSchedule.endTime (Endzeit eines regulären Intervallzeitplans)] ist „24:00:00“. Der durch endTime festgelegte Zeitpunkt ist nicht im Zeitraum des Zeitplans enthalten.

Ein Zeitplan, der einen Tag festlegt, muss mit mehreren RegularTimePoints (reguläre Zeitpunkte) festgelegt werden, die mit demselben RegularIntervalSchedule assoziiert sind. Er darf nicht mit mehreren Zeitplänen festgelegt werden.

Bei Zeitplänen, die mit Season (Jahreszeit) und DayType (Tageskategorie) assoziiert sind, sind die Assoziationen zu Season und DayType nicht erforderlich. Der Zeitplan wird für alle Seasons als gültig erachtet, falls ein Zeitplan keine assoziierte Season aufweist. Gleichmaßen gilt der Zeitplan für alle Tage der Woche, falls ein Zeitplan keine Assoziation zu einem DayType aufweist.

Wenn SeasonDayTypeSchedules (Zeitpläne für Jahreszeit und Tageskategorie) für eine gegebene Entität, wie zum Beispiel ConformLoadSchedules (übereinstimmende Lastzeitpläne) für eine gegebene ConformLoadGroup (übereinstimmende Lastgruppe), festgelegt werden, kann nur ein Zeitplan für eine gegebene Kombination von Season und DayType festgelegt werden.

– Leerseite –

English Version

Energy management system application program interface  
(EMS-API) – Part 452: CIM model exchange specification  
(IEC 61970-452:2015)

Interface de programmation d'application pour système de  
gestion d'énergie (EMS-API) –  
Partie 452: spécification d'échange de modèle CIM  
(IEC 61970-452:2015)

Schnittstelle für Anwendungsprogramme für  
Netzführungssysteme (EMS-API) –  
Teil 452: CIM-Austauschformat-Spezifikation  
(IEC 61970-452:2015)

This European Standard was approved by CENELEC on 2015-05-14. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.



European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

## Foreword

The text of document 57/1451/CDV, future edition 2 of IEC 61970-452, prepared by IEC/TC 57 "Power systems management and associated information exchange" was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and approved by CENELEC as EN 61970-452:2015.

The following dates are fixed:

- latest date by which the document has to be implemented at national level by publication of an identical national standard or by endorsement (dop) 2016-02-14
- latest date by which the national standards conflicting with the document have to be withdrawn (dow) 2018-05-14

This document supersedes EN 61970-452:2013.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CENELEC [and/or CEN] shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

## Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 61970-452:2015 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

In the official version, for Bibliography, the following notes have to be added for the standards indicated:

|                |      |                               |
|----------------|------|-------------------------------|
| IEC 61970-1    | NOTE | Harmonized as EN 61970-1.     |
| IEC/TS 61970-2 | NOTE | Harmonized as CLC/TS 61970-2. |
| IEC 61970-552  | NOTE | Harmonized as EN 61970-552.   |

## CONTENTS

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| INTRODUCTION.....                                 | 7  |
| 1 Scope.....                                      | 8  |
| 2 Normative references .....                      | 9  |
| 3 Overview of data requirements.....              | 9  |
| 3.1 Overview .....                                | 9  |
| 3.2 General requirements.....                     | 9  |
| 3.3 Transformer modeling .....                    | 10 |
| 3.4 Modeling authorities .....                    | 11 |
| 3.5 Use of measurement classes.....               | 12 |
| 3.5.1 General .....                               | 12 |
| 3.5.2 ICCP data exchange .....                    | 13 |
| 3.6 Voltage or active power regulation.....       | 13 |
| 3.7 Use of curves.....                            | 13 |
| 3.7.1 General .....                               | 13 |
| 3.7.2 Generating unit reactive power limits ..... | 13 |
| 3.8 Definition of schedules .....                 | 14 |
| 4 CIM Equipment Profile .....                     | 14 |
| 4.1 CIM Equipment Profile General .....           | 14 |
| 4.2 Concrete Classes.....                         | 14 |
| 4.2.1 Accumulator.....                            | 14 |
| 4.2.2 AccumulatorValue .....                      | 15 |
| 4.2.3 ACLineSegment.....                          | 15 |
| 4.2.4 ActivePowerLimit .....                      | 17 |
| 4.2.5 Analog .....                                | 17 |
| 4.2.6 AnalogValue .....                           | 18 |
| 4.2.7 ApparentPowerLimit.....                     | 18 |
| 4.2.8 BaseVoltage .....                           | 18 |
| 4.2.9 Bay.....                                    | 19 |
| 4.2.10 Breaker.....                               | 19 |
| 4.2.11 BusbarSection .....                        | 19 |
| 4.2.12 ConformLoad .....                          | 20 |
| 4.2.13 ConformLoadGroup.....                      | 21 |
| 4.2.14 ConformLoadSchedule .....                  | 21 |
| 4.2.15 ConnectivityNode .....                     | 22 |
| 4.2.16 ControlArea .....                          | 22 |
| 4.2.17 ControlAreaGeneratingUnit .....            | 23 |
| 4.2.18 CurrentLimit.....                          | 23 |
| 4.2.19 CurveData .....                            | 23 |
| 4.2.20 DayType .....                              | 24 |
| 4.2.21 Disconnecter.....                          | 24 |
| 4.2.22 Discrete .....                             | 24 |
| 4.2.23 DiscreteValue .....                        | 25 |
| 4.2.24 EnergyConsumer .....                       | 25 |
| 4.2.25 EquivalentBranch.....                      | 26 |
| 4.2.26 EquivalentInjection.....                   | 27 |
| 4.2.27 EquivalentNetwork .....                    | 28 |

|        |                                   |    |
|--------|-----------------------------------|----|
| 4.2.28 | EquivalentShunt .....             | 28 |
| 4.2.29 | FossilFuel .....                  | 28 |
| 4.2.30 | GeneratingUnit .....              | 29 |
| 4.2.31 | GeographicalRegion .....          | 31 |
| 4.2.32 | GrossToNetActivePowerCurve .....  | 31 |
| 4.2.33 | HydroGeneratingUnit .....         | 32 |
| 4.2.34 | HydroPump .....                   | 32 |
| 4.2.35 | IEC61970CIMVersion .....          | 33 |
| 4.2.36 | Line .....                        | 33 |
| 4.2.37 | LoadArea .....                    | 34 |
| 4.2.38 | LoadBreakSwitch .....             | 34 |
| 4.2.39 | LoadResponseCharacteristic .....  | 34 |
| 4.2.40 | MeasurementValueSource .....      | 36 |
| 4.2.41 | MutualCoupling .....              | 36 |
| 4.2.42 | Name .....                        | 38 |
| 4.2.43 | NameType .....                    | 38 |
| 4.2.44 | NonConformLoad .....              | 38 |
| 4.2.45 | NonConformLoadGroup .....         | 39 |
| 4.2.46 | NonConformLoadSchedule .....      | 39 |
| 4.2.47 | NuclearGeneratingUnit .....       | 40 |
| 4.2.48 | OperationalLimitSet .....         | 41 |
| 4.2.49 | OperationalLimitType .....        | 41 |
| 4.2.50 | PhaseTapChangerAsymetrical .....  | 42 |
| 4.2.51 | PhaseTapChangerLinear .....       | 43 |
| 4.2.52 | PhaseTapChangerSymetrical .....   | 43 |
| 4.2.53 | PhaseTapChangerTabular .....      | 44 |
| 4.2.54 | PhaseTapChangerTabularPoint ..... | 44 |
| 4.2.55 | PowerTransformer .....            | 46 |
| 4.2.56 | PowerTransformerEnd .....         | 46 |
| 4.2.57 | RatioTapChanger .....             | 48 |
| 4.2.58 | RatioTapChangerTabular .....      | 49 |
| 4.2.59 | RatioTapChangerTabularPoint ..... | 49 |
| 4.2.60 | ReactiveCapabilityCurve .....     | 51 |
| 4.2.61 | RegularTimePoint .....            | 51 |
| 4.2.62 | RegulatingControl .....           | 52 |
| 4.2.63 | RegulationSchedule .....          | 53 |
| 4.2.64 | Season .....                      | 54 |
| 4.2.65 | SeriesCompensator .....           | 54 |
| 4.2.66 | ShuntCompensator .....            | 55 |
| 4.2.67 | StaticVarCompensator .....        | 56 |
| 4.2.68 | StationSupply .....               | 57 |
| 4.2.69 | SubGeographicalRegion .....       | 57 |
| 4.2.70 | SubLoadArea .....                 | 58 |
| 4.2.71 | Substation .....                  | 58 |
| 4.2.72 | Switch .....                      | 58 |
| 4.2.73 | SwitchSchedule .....              | 59 |
| 4.2.74 | SynchronousMachine .....          | 60 |
| 4.2.75 | TapChangerControl .....           | 61 |

|        |                                      |    |
|--------|--------------------------------------|----|
| 4.2.76 | TapSchedule.....                     | 62 |
| 4.2.77 | Terminal .....                       | 62 |
| 4.2.78 | ThermalGeneratingUnit .....          | 63 |
| 4.2.79 | TieFlow.....                         | 64 |
| 4.2.80 | VoltageLevel.....                    | 64 |
| 4.2.81 | VoltageLimit.....                    | 65 |
| 4.2.82 | WindGeneratingUnit .....             | 65 |
| 4.3    | Abstract Classes .....               | 66 |
| 4.3.1  | BasicIntervalSchedule.....           | 66 |
| 4.3.2  | ConductingEquipment .....            | 66 |
| 4.3.3  | Conductor.....                       | 66 |
| 4.3.4  | ConnectivityNodeContainer .....      | 67 |
| 4.3.5  | Curve .....                          | 67 |
| 4.3.6  | EnergyArea.....                      | 68 |
| 4.3.7  | Equipment .....                      | 68 |
| 4.3.8  | EquipmentContainer.....              | 68 |
| 4.3.9  | EquivalentEquipment .....            | 69 |
| 4.3.10 | IdentifiedObject.....                | 69 |
| 4.3.11 | LoadGroup.....                       | 70 |
| 4.3.12 | Measurement.....                     | 70 |
| 4.3.13 | MeasurementValue .....               | 71 |
| 4.3.14 | OperationalLimit.....                | 71 |
| 4.3.15 | PhaseTapChanger .....                | 72 |
| 4.3.16 | PhaseTapChangerNonLinear.....        | 72 |
| 4.3.17 | PowerSystemResource .....            | 73 |
| 4.3.18 | RegularIntervalSchedule .....        | 73 |
| 4.3.19 | RegulatingCondEq .....               | 74 |
| 4.3.20 | RotatingMachine .....                | 74 |
| 4.3.21 | SeasonDayTypeSchedule .....          | 75 |
| 4.3.22 | TapChanger.....                      | 75 |
| 4.3.23 | TransformerEnd .....                 | 76 |
| 4.4    | Enumerations.....                    | 77 |
| 4.4.1  | ControlAreaTypeKind .....            | 77 |
| 4.4.2  | CurveStyle.....                      | 77 |
| 4.4.3  | FuelType .....                       | 78 |
| 4.4.4  | GeneratorControlSource .....         | 78 |
| 4.4.5  | OperationalLimitDirectionKind .....  | 78 |
| 4.4.6  | RegulatingControlModeKind .....      | 78 |
| 4.4.7  | SeasonName .....                     | 79 |
| 4.4.8  | SVCControlMode .....                 | 79 |
| 4.4.9  | SynchronousMachineOperatingMode..... | 79 |
| 4.4.10 | SynchronousMachineType .....         | 79 |
| 4.4.11 | TapChangerKind .....                 | 80 |
| 4.4.12 | TransformerControlMode.....          | 80 |
| 4.4.13 | UnitSymbol .....                     | 80 |
| 4.4.14 | WindingConnection .....              | 81 |
| 4.5    | Datatypes .....                      | 81 |
| 4.5.1  | ActivePower.....                     | 81 |

|                                                                                     |                                      |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----|
| 4.5.2                                                                               | AngleDegrees .....                   | 81 |
| 4.5.3                                                                               | ApparentPower .....                  | 81 |
| 4.5.4                                                                               | Conductance .....                    | 82 |
| 4.5.5                                                                               | CurrentFlow .....                    | 82 |
| 4.5.6                                                                               | Length .....                         | 82 |
| 4.5.7                                                                               | Money .....                          | 82 |
| 4.5.8                                                                               | PerCent .....                        | 82 |
| 4.5.9                                                                               | Reactance .....                      | 82 |
| 4.5.10                                                                              | ReactivePower .....                  | 83 |
| 4.5.11                                                                              | Resistance .....                     | 83 |
| 4.5.12                                                                              | Seconds .....                        | 83 |
| 4.5.13                                                                              | Susceptance .....                    | 83 |
| 4.5.14                                                                              | Voltage .....                        | 83 |
| 4.5.15                                                                              | VoltagePerReactivePower .....        | 84 |
| 5                                                                                   | Amplifications and conventions ..... | 84 |
| 5.1                                                                                 | Overview .....                       | 84 |
| 5.2                                                                                 | XML file validity .....              | 84 |
| 5.3                                                                                 | Normative string tables .....        | 84 |
| 5.4                                                                                 | Roles and multiplicity .....         | 85 |
| Annex A (informative) Model exchange use cases .....                                |                                      | 86 |
| Annex B (informative) Modeling authorities .....                                    |                                      | 90 |
| Annex C (informative) Common power system model (CPSM) minimum data requirements .. |                                      | 92 |
| Bibliography .....                                                                  |                                      | 98 |
| Annex ZA (normative) .....                                                          |                                      | 99 |
|                                                                                     |                                      |    |
| Figure 1 – Two winding transformer impedance .....                                  |                                      | 10 |
| Figure 2 – Three winding transformer impedance .....                                |                                      | 11 |
| Figure A.1 – Security coordinators .....                                            |                                      | 86 |
| Figure A.2 – CIM model exchange .....                                               |                                      | 87 |
| Figure A.3 – Revised CIM model exchange .....                                       |                                      | 88 |
| Figure A.4 – Hierarchical modeling .....                                            |                                      | 89 |
|                                                                                     |                                      |    |
| Table 1 – Valid measurementTypes .....                                              |                                      | 12 |
| Table 2 – Profiles defined in this document .....                                   |                                      | 14 |
| Table 3 – Valid attribute values .....                                              |                                      | 84 |

## INTRODUCTION

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

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

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

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

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

### Part 452: CIM model exchange specification

#### 1 Scope

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

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

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

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

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

## 2 Normative references

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

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

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

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

## 3 Overview of data requirements

### 3.1 Overview

An extensive discussion of the model exchange use cases can be found in Annex A. In all cases, the purpose of this standard is:

- To improve the accuracy of power system models used in critical systems, particularly the representation of parts of the network outside the primary domain of the system in question.
- To achieve consistency among the models used by the various systems that play a role in operating or planning the interconnection.
- To reduce the overall cost of maintaining critical models used in operating or planning an interconnection.

The classes, attributes, and associations identified in this document represent the minimum subset of the full CIM model necessary to exchange sufficient power system data to support state estimation and power flow.

### 3.2 General requirements

The following requirements are general in nature or involve multiple classes. Additional requirements are defined in the sections for the individual classes.

- The cardinality defined in the CIM model shall be followed, unless a different 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.
- Associations between classes referenced in this document and classes not referenced here are not required regardless of cardinality. For instance, the CIM requires that a HydroGeneratingUnit be associated with a HydroPowerPlant. Because the HydroPowerPlant class is not included in this document the association to HydroPowerPlant is not considered mandatory in this context.
- The attribute “name” inherited by many classes from the abstract class IdentifiedObject is not required to be unique. The RDF ID 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. The additional attribute of IdentifiedObject, aliasName, is not required.
- Although not defined within this profile, the IdentifiedObject.mRID attribute should be used as the RDF ID. The RDF ID can not begin with a number. An underscore should be added as the first character if necessary. The RDF ID shall be globally unique. A prefix may be added, if necessary, to ensure global uniqueness, but the RDF ID including the prefix shall be within the maximum character limit specified below.
- The maximum character length of names and identifiers are listed below.
  - rdf:ID – 60 characters maximum

- IdentifiedObject.name – 32 characters maximum
- IdentifiedObject.aliasname – 40 characters maximum
- To maintain a consistent naming hierarchy, each Substation shall be contained by a SubGeographicalRegion and each SubGeographicalRegion shall be contained by one and only one GeographicalRegion.
- Equipment defined without connectivity, because the associated Terminal(s) are not connected to ConnectivityNodes is allowed, for instance a ShuntCompensator whose Terminal is not associated to a ConnectivityNode.
- UTF-8 is the standard for file encoding. UTF-16 is not supported.
- Instance data to be exchanged shall make use of the most detailed class possible. The classes GeneratingUnit, Switch, and EnergyConsumer should only be used if the information to determine the more detailed class (ThermalGeneratingUnit, HydroGeneratingUnit, Breaker, Disconnecter, etc.) is not available.

### 3.3 Transformer modeling

A two winding PowerTransformer has two PowerTransformerEnds. This gives the option to specify the impedance values for the equivalent pi-model completely at one end or split them between the two ends. The impedances shall be specified at the primary voltage side as shown in Figure 1.

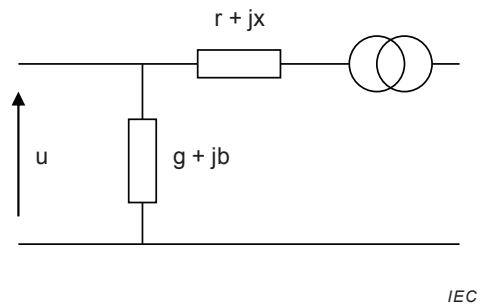


**Figure 1 – Two winding transformer impedance**

A three winding PowerTransformer has three PowerTransformerEnds. The equivalent pi-model corresponds to three ends connected in wye configuration as shown below. The impedance values for a three winding transformer are specified on each of the three TransformerWindings. Each of the ends has series impedances  $r_n + jx_n$  and shunt  $g_n + jb_n$  where  $n$  is:  $p$  for primary,  $s$  for secondary and  $t$  for tertiary as shown in Figure 2.

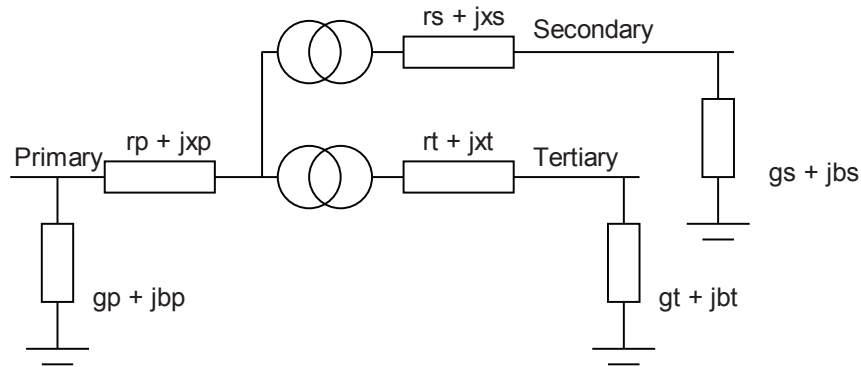


**Figure 2 – Three winding transformer impedance**

Additional requirements related to transformer modeling are listed below.

- Each PowerTransformer and its associated PowerTransformerEnds and tap changers (RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical, and PhaseTapChangerAsymetrical) shall be contained within one substation. For the case of a transformer that connects two substations, however, the terminal of one of the PowerTransformerEnds can be connected to a ConnectivityNode defined in another substation. In this case, the PowerTransformer, the PowerTransformerEnds, the tap changers are still all defined in one substation.
- A PowerTransformer shall be contained by a Substation. A PowerTransformerEnd shall be contained by a PowerTransformer. A RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical, and PhaseTapChangerAsymetrical shall be contained by a PowerTransformerEnd.
- Each PowerTransformer shall have at least two and no more than three PowerTransformerEnds. Each PowerTransformerEnd can have at most one tap changer (RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical, or PhaseTapChangerAsymetrical). If a PowerTransformerEnd does not have an associated tap changer, the end should be considered to have a fixed tap.

Multiple types of regulating transformers are supported by the CIM model. Depending on the regulation capabilities, the effects of tap movement will be defined using the RatioTapChanger class, PhaseTapChangerLinear class, PhaseTapChangerSymetrical class, or PhaseTapChangerAsymetrical class. Each of these classes are subtypes of the TapChanger class. The use of the various subtypes is explained in IEC 61970-301.

### 3.4 Modeling authorities

From the use cases for model exchange detailed in Annex A, it is clear that most situations involve multiple entities that shall cooperate. In these situations, it is very important to establish which entity has the authority for modeling each region or set of data objects. For this purpose we use the concepts of ModelingAuthority and ModelingAuthoritySet. ModelingAuthority and ModelingAuthoritySet are not defined as classes in the normative portion of the CIM. When multiple modeling entities are involved, each modeled object is assigned to a ModelingAuthoritySet. A ModelingAuthority can be responsible for one or more ModelingAuthoritySets. A more detailed description of the use ModelingAuthorities and ModelingAuthoritySets can be found in Annex B. When using the concept of ModelingAuthoritySets, a single file shall contain only data objects associated with a single ModelingAuthoritySet.

### 3.5 Use of measurement classes

#### 3.5.1 General

Use of the CIM Measurement classes (Analog, Accumulator, and Discrete) is frequently misunderstood and has changed over time. Previously in addition to the use representing points in the system where telemetry is available, the classes had been used to associate Limits with a piece of Equipment and to define regulated points. Measurements are now only used to define where telemetry is available and to facilitate exchange of ICCP data.

A Measurement shall be associated with a PowerSystemResource to convey containment information for the Measurement. Transmission line measurements should be associated with an ACLineSegment, not with a Line. Transformer measurements should be associated with a PowerTransformer, not with a Transformer Winding. Voltage measurements should be associated with a piece of equipment, not with a VoltageLevel. A TapPosition measurement shall be associated with a tap changer (RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical or PhaseTapChangerAsymetrical). A SwitchPosition measurement shall be associated with a Switch or a subtype of Switch.

The Measurement may also be associated with one of the Terminals associated with a piece of equipment. For measurements representing actual telemetered points, it is especially important that the association to a Terminal defines the specific topological point in the network that is measured. A Measurement can be associated with at most one Terminal. Each flow measurement (active power, reactive power, or current) shall be associated with a terminal. This association is particularly important for State Estimation. The measurement shall be associated with the correct terminal of the piece of conducting equipment that is being measured (SynchronousMachine, EnergyConsumer, ACLineSegment, PowerTransformer, etc.) Associating the measurement with a terminal of the wrong equipment or the terminal on the wrong end of the correct piece of equipment will cause problems for State Estimation. Only two types of measurement, TapPosition and SwitchPosition, do not require an association to a Terminal.

Three subtypes of Measurement are included in this profile, Analog, Accumulator, and Discrete. To describe what is being measured, the attribute Measurement.measurementType is used, but only particular measurementTypes are valid for each of the subtypes of Measurement. The valid associations are defined in Table 1.

**Table 1 – Valid measurementTypes**

| Measurement Subclass | measurementType         |
|----------------------|-------------------------|
| Analog               | ThreePhasePower         |
|                      | ThreePhaseActivePower   |
|                      | ThreePhaseReactivePower |
|                      | LineCurrent             |
|                      | PhaseVoltage            |
|                      | LineToLineVoltage       |
|                      | Angle                   |
|                      | TapPosition             |
| Accumulator          | ApparentEnergy          |
|                      | ReactiveEnergy          |
|                      | ActiveEnergy            |
|                      | SwitchPosition          |
| Discrete             |                         |

### 3.5.2 ICCP data exchange

In the context of this data exchange profile, ICCP Data Exchange is only for the purpose of defining input measurements for use by State Estimator. It is not meant to be used to configure bidirectional ICCP exchange.

ICCP (known officially as IEC 60870-6 TASE.2) data is exchanged using the Measurement classes (Analog, Discrete, and Accumulator), the MeasurementValue classes (AnalogValue, DiscreteValue, and AccumulatorValue), and the MeasurementValueSource class. The MeasurementValueSource class is used to define the control center supplying the ICCP data. The MeasurementValueSource shall be associated with an instance of Name where the attribute Name.name holds the name of the supplying control center. The instance of NameType associated with the control center Name shall have the NameType.name attribute set to "ICCP Provider ID".

The MeasurementValue classes are used to specify the ICCP ID. The MeasurementValue shall be associated with an instance of Name where the attribute Name.name holds the ICCP ID. The instance of NameType associated with the ICCP ID Name shall have the NameType.name attribute set to "ICCP ID". The MeasurementValue.name attribute holds the SCADA point name. Each MeasurementValue will be associated with one Measurement. Each MeasurementValue being supplied via ICCP shall also have an association to a MeasurementValueSource.

To clearly specify the point in the system being measured, the Measurement should be associated with a Terminal. For a switch status measurement, however, the association to the appropriate PowerSystemResource representing the switch would be sufficient.

### 3.6 Voltage or active power regulation

To use CIM to define how a piece of equipment regulates a point in the system, an association is defined between the regulating conducting equipment (SynchronousMachine, ShuntCompensator, StaticVarCompensator, RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical, or PhaseTapChangerAsymetrical) and an instance of RegulatingControl or TapChangerControl. The RegulatingControl or TapChangerControl shall be associated with a Terminal. The control for a piece of regulating equipment can refer to a Terminal associated with another PowerSystemResource. For instance, for voltage regulation purposes the control for a SynchronousMachine could refer to a Terminal associated with a BusbarSection. The Terminal defines the point of regulation. The association between RegulatingControl or TapChangerControl and Terminal is required to define regulation of voltage or active power. For a SynchronousMachine, ShuntCompensator, StaticVarCompensator, RatioTapChanger, PhaseTapChangerLinear, PhaseTapChangerSymetrical or PhaseTapChangerAsymetrical that is not regulating, the association to RegulatingControl or TapChangerControl is not required.

### 3.7 Use of curves

#### 3.7.1 General

The use of the Curve and CurveData attributes will differ for the different types of curves derived from Curve. To define a Y value that does not change, the curveStyle attribute should be set to "constantYValue". In this case, only one instance of CurveData should be included defining the single point for the curve. Because the Y value is constant, the CurveData.xvalue value will be ignored, if it is supplied at all. A curve should never have multiple instances of CurveData where the xvalue value is repeated.

#### 3.7.2 Generating unit reactive power limits

Generating unit reactive power limits shall be included in data exchange, but may be specified differently depending on the characteristics of the generating unit being represented. In most cases, a SynchronousMachine should be associated with a default ReactiveCapabilityCurve using the SynchronousMachine.InitialReactiveCapabilityCurve association.

If the reactive power limits of the generating unit do not vary with the real power output, the reactive power limit attributes on the SynchronousMachine class, minQ and maxQ, can be used. If the reactive power output of the generating unit is fixed, the reactive power limits should both be set to the fixed reactive output value.

### 3.8 Definition of schedules

The use of the RegularIntervalSchedule and RegularTimePoint attributes will differ for the different types of schedules derived from RegularIntervalSchedule. To specify a relative time for a schedule, the date portion of the dateTime format can be eliminated, which leaves the ISO 8601 time of day format "hh:mm:ss". In this format, hh is the number of complete hours that have passed since midnight, mm is the number of complete minutes since the start of the hour, and ss is the number of complete seconds since the start of the minute.

The earliest allowed time used in a schedule (BasicIntervalSchedule.startTime) is "00:00:00". The latest allowed time used in a schedule (RegularIntervalSchedule.endTime) is "24:00:00". The point in time specified by the endTime is not included in the period of the schedule.

A schedule defining a day shall be defined with multiple RegularTimePoints associated with the same RegularIntervalSchedule. It shall not be defined with multiple schedules.

For schedules that are associated with Season and DayType, the associations to Season and DayType are not required. If a schedule does not have an associated Season, the schedule will be considered valid for all Seasons. Similarly, if a schedule does not have an association to a DayType, the schedule will be considered to apply to all days of the week.

When SeasonDayTypeSchedules are defined for a given entity, such as ConformLoadSchedules for a given ConformLoadGroup, only one schedule can be defined for a given combination of Season and DayType.

## 4 CIM Equipment Profile

### 4.1 CIM Equipment Profile General

This chapter lists the profiles that will be used for data exchange and the classes, attributes, and associations that are a part of each profile. Included are all the classes that a data consumer would be expected to recognize in the data being consumed. Additional classes are referenced in this chapter, when the classes to be exchanged inherit attributes or associations. For instance, many classes inherit attributes from the class IdentifiedObject. However, no instances of the class IdentifiedObject would exist in the data exchanged, so IdentifiedObject has not been included in the set of CIM classes for exchange.

The profiles and associated URIs are listed in Table 2.

**Table 2 – Profiles defined in this document**

| Name      | Version | URI                                                                                             | Revision date |
|-----------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Equipment | 2       | <a href="http://iec.ch/TC57/61970-452/Equipment/2">http://iec.ch/TC57/61970-452/Equipment/2</a> | 2011-05-17    |

### 4.2 Concrete Classes

#### 4.2.1 Accumulator

Meas

Accumulator represents a accumulated (counted) Measurement, e.g. an energy value.

- The association to Terminal may not be required depending on how the Measurement is being used. See section Use of Measurement Class for details.
- The measurementType attribute is used to define the quantity being measured (Voltage, ThreePhaseActivePower, etc.) by a Measurement. The valid values for measurementType are defined in Normative String Tables.

#### Inherited Members

|                     |      |                     |                 |
|---------------------|------|---------------------|-----------------|
| measurementType     | 1..1 | string              | see Measurement |
| unitMultiplier      | 1..1 | UnitMultiplier      | see Measurement |
| unitSymbol          | 1..1 | UnitSymbol          | see Measurement |
| PowerSystemResource | 1..1 | PowerSystemResource | see Measurement |
| Terminal            | 0..1 | Terminal            | see Measurement |

|           |      |        |                      |
|-----------|------|--------|----------------------|
| aliasName | 0..1 | string | see IdentifiedObject |
| name      | 1..1 | string | see IdentifiedObject |

#### 4.2.2 AccumulatorValue

Meas

AccumulatorValue represents an accumulated (counted) MeasurementValue.

In the context of this profile this class is only used to define measurements that are available via ICCP. It is not used to supply values for those measurements. Consequently the value attribute is not included in this profile.

#### Native Members

|             |      |             |                                               |
|-------------|------|-------------|-----------------------------------------------|
| Accumulator | 1..1 | Accumulator | Measurement to which this value is connected. |
|-------------|------|-------------|-----------------------------------------------|

#### Inherited Members

|                        |      |                        |                      |
|------------------------|------|------------------------|----------------------|
| MeasurementValueSource | 1..1 | MeasurementValueSource | see MeasurementValue |
|------------------------|------|------------------------|----------------------|

|           |      |        |                      |
|-----------|------|--------|----------------------|
| aliasName | 0..1 | string | see IdentifiedObject |
| name      | 1..1 | string | see IdentifiedObject |

#### 4.2.3 ACLineSegment

Wires

A wire or combination of wires, with consistent electrical characteristics, building a single electrical system, used to carry alternating current between points in the power system.

For symmetrical, transposed 3ph lines, it is sufficient to use attributes of the line segment, which describe impedances and admittances for the entire length of the segment. Additionally impedances can be computed by using length and associated per length impedances.

- Each ACLineSegment is required to have an association to a BaseVoltage. The association to Line is not required.

- Using the EquipmentContainer association, an ACLineSegment can only be contained by a Line, but the association to Line is not required.

### Native Members

|      |      |             |                                                                                                                                                                              |
|------|------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| b0ch | 0..1 | Susceptance | Zero sequence shunt (charging) susceptance, uniformly distributed, of the entire line section.                                                                               |
| bch  | 1..1 | Susceptance | Positive sequence shunt (charging) susceptance, uniformly distributed, of the entire line section. This value represents the full charging over the full length of the line. |
| g0ch | 0..1 | Conductance | Zero sequence shunt (charging) conductance, uniformly distributed, of the entire line section.                                                                               |
| gch  | 0..1 | Conductance | Positive sequence shunt (charging) conductance, uniformly distributed, of the entire line section.                                                                           |
| r    | 1..1 | Resistance  | Positive sequence series resistance of the entire line section.                                                                                                              |
| r0   | 0..1 | Resistance  | Zero sequence series resistance of the entire line section.                                                                                                                  |
| x    | 1..1 | Reactance   | Positive sequence series reactance of the entire line section.                                                                                                               |
| x0   | 0..1 | Reactance   | Zero sequence series reactance of the entire line section.                                                                                                                   |

### Inherited Members

|                    |      |                    |                         |
|--------------------|------|--------------------|-------------------------|
| length             | 0..1 | Length             | see Conductor           |
| BaseVoltage        | 0..1 | BaseVoltage        | see ConductingEquipment |
| aggregate          | 0..1 | boolean            | see Equipment           |
| EquipmentContainer | 0..1 | EquipmentContainer | see Equipment           |
| aliasName          | 0..1 | string             | see IdentifiedObject    |
| name               | 1..1 | string             | see IdentifiedObject    |

#### 4.2.4 ActivePowerLimit

OperationalLimits

Limit on active power flow.

##### Native Members

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

##### Inherited Members

|                      |      |                      |                      |
|----------------------|------|----------------------|----------------------|
| OperationalLimitSet  | 1..1 | OperationalLimitSet  | see OperationalLimit |
| OperationalLimitType | 1..1 | OperationalLimitType | see OperationalLimit |
| aliasName            | 0..1 | string               | see IdentifiedObject |
| name                 | 1..1 | string               | see IdentifiedObject |

#### 4.2.5 Analog

Meas

Analog represents an analog Measurement.

- The positiveFlowIn attribute is only required if the Measurement measures a directional flow of power.
- The association to Terminal may not be required depending on how the Measurement is being used. See section Use of Measurement Class for details.
- The measurementType attribute is used to define the quantity being measured (Voltage, ThreePhaseActivePower, etc.) by a Measurement. The valid values for measurementType are defined in Normative String Tables.

##### Native Members

|                |      |         |                                                                                                                                                                                                            |
|----------------|------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| positiveFlowIn | 0..1 | boolean | If true then this measurement is an active power, reactive power or current with the convention that a positive value measured at the Terminal means power is flowing into the related PowerSystemResource |
|----------------|------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

##### Inherited Members

|                     |      |                     |                      |
|---------------------|------|---------------------|----------------------|
| measurementType     | 1..1 | string              | see Measurement      |
| unitMultiplier      | 1..1 | UnitMultiplier      | see Measurement      |
| unitSymbol          | 1..1 | UnitSymbol          | see Measurement      |
| PowerSystemResource | 1..1 | PowerSystemResource | see Measurement      |
| Terminal            | 0..1 | Terminal            | see Measurement      |
| aliasName           | 0..1 | string              | see IdentifiedObject |
| name                | 1..1 | string              | see IdentifiedObject |

#### 4.2.6 AnalogValue

Meas

AnalogValue represents an analog MeasurementValue.

In the context of this profile this class is only used to define measurements that are available via ICCP. It is not used to supply values for those measurements. Consequently the value attribute is not included in this profile.

##### Native Members

|        |      |        |                                               |
|--------|------|--------|-----------------------------------------------|
| Analog | 1..1 | Analog | Measurement to which this value is connected. |
|--------|------|--------|-----------------------------------------------|

##### Inherited Members

|                        |      |                        |                      |
|------------------------|------|------------------------|----------------------|
| MeasurementValueSource | 1..1 | MeasurementValueSource | see MeasurementValue |
| aliasName              | 0..1 | string                 | see IdentifiedObject |
| name                   | 1..1 | string                 | see IdentifiedObject |

#### 4.2.7 ApparentPowerLimit

OperationalLimits

Apparent power limit.

##### Native Members

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

##### Inherited Members

|                      |      |                      |                      |
|----------------------|------|----------------------|----------------------|
| OperationalLimitSet  | 1..1 | OperationalLimitSet  | see OperationalLimit |
| OperationalLimitType | 1..1 | OperationalLimitType | see OperationalLimit |
| aliasName            | 0..1 | string               | see IdentifiedObject |
| name                 | 1..1 | string               | see IdentifiedObject |

#### 4.2.8 BaseVoltage

Core

Defines a system base voltage which is referenced.

##### Native Members

|                |      |         |                                           |
|----------------|------|---------|-------------------------------------------|
| nominalVoltage | 1..1 | Voltage | The power system resource's base voltage. |
|----------------|------|---------|-------------------------------------------|

## Inherited Members

|           |      |        |                      |
|-----------|------|--------|----------------------|
| aliasName | 0..1 | string | see IdentifiedObject |
| name      | 1..1 | string | see IdentifiedObject |

### 4.2.9 Bay

Core

A collection of power system resources (within a given substation) including conducting equipment, protection relays, measurements, and telemetry. A bay typically represents a physical grouping related to modularization of equipment.

- The Bay class is used as a container for Switches. Switches can either be contained by Bays or by VoltageLevels. If Switches are contained by VoltageLevels rather than by Bays in the sending system, then Bays are not required.

## Native Members

|              |      |              |                                        |
|--------------|------|--------------|----------------------------------------|
| VoltageLevel | 1..1 | VoltageLevel | The voltage level containing this bay. |
|--------------|------|--------------|----------------------------------------|

## Inherited Members

|           |      |        |                      |
|-----------|------|--------|----------------------|
| aliasName | 0..1 | string | see IdentifiedObject |
| name      | 1..1 | string | see IdentifiedObject |

### 4.2.10 Breaker

Wires

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

## Inherited Members

|              |      |             |            |
|--------------|------|-------------|------------|
| normalOpen   | 1..1 | boolean     | see Switch |
| ratedCurrent | 0..1 | CurrentFlow | see Switch |
| retained     | 1..1 | boolean     | see Switch |

|             |      |             |                         |
|-------------|------|-------------|-------------------------|
| BaseVoltage | 0..1 | BaseVoltage | see ConductingEquipment |
|-------------|------|-------------|-------------------------|

|                    |      |                    |               |
|--------------------|------|--------------------|---------------|
| aggregate          | 0..1 | boolean            | see Equipment |
| EquipmentContainer | 0..1 | EquipmentContainer | see Equipment |

|           |      |        |                      |
|-----------|------|--------|----------------------|
| aliasName | 0..1 | string | see IdentifiedObject |
| name      | 1..1 | string | see IdentifiedObject |

### 4.2.11 BusbarSection

Wires

A conductor, or group of conductors, with negligible impedance, that serve to connect other conducting equipment within a single substation.

Voltage measurements are typically obtained from VoltageTransformers that are connected to busbar sections. A bus bar section may have many physical terminals but for analysis is modelled with exactly one logical terminal.

#### Inherited Members

|                    |      |                    |                            |
|--------------------|------|--------------------|----------------------------|
| BaseVoltage        | 0..1 | BaseVoltage        | see<br>ConductingEquipment |
| aggregate          | 0..1 | boolean            | see Equipment              |
| EquipmentContainer | 0..1 | EquipmentContainer | see Equipment              |
| aliasName          | 0..1 | string             | see IdentifiedObject       |
| name               | 1..1 | string             | see IdentifiedObject       |

#### 4.2.12 ConformLoad

##### LoadModel

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

- The definition of the real and reactive power injections for an EnergyConsumer can be done using different sets of attributes. In the simplest case, the injections can be defined directly using only the attributes fixed and qfixed.
- The injections for a ConformLoad can be defined as a percentage of the ConformLoadGroup with the attributes pfixedPct and qfixedPct. In this case, the associated ConformLoadGroup would have to have an associated ConformLoadSchedule.
- See EnergyConsumer for specific notes about inherited attributes.

#### Native Members

|           |      |                  |                              |
|-----------|------|------------------|------------------------------|
| LoadGroup | 1..1 | ConformLoadGroup | Group of this<br>ConformLoad |
|-----------|------|------------------|------------------------------|

#### Inherited Members

|                    |      |                            |                            |
|--------------------|------|----------------------------|----------------------------|
| pfixed             | 0..1 | ActivePower                | see EnergyConsumer         |
| pfixedPct          | 0..1 | PerCent                    | see EnergyConsumer         |
| qfixed             | 0..1 | ReactivePower              | see EnergyConsumer         |
| qfixedPct          | 0..1 | PerCent                    | see EnergyConsumer         |
| LoadResponse       | 0..1 | LoadResponseCharacteristic | see EnergyConsumer         |
| BaseVoltage        | 0..1 | BaseVoltage                | see<br>ConductingEquipment |
| aggregate          | 0..1 | boolean                    | see Equipment              |
| EquipmentContainer | 0..1 | EquipmentContainer         | see Equipment              |
| aliasName          | 0..1 | string                     | see IdentifiedObject       |
| name               | 1..1 | string                     | see IdentifiedObject       |

#### 4.2.13 ConformLoadGroup

LoadModel

A group of loads conforming to an allocation pattern.

##### Inherited Members

|             |      |             |                      |
|-------------|------|-------------|----------------------|
| SubLoadArea | 1..1 | SubLoadArea | see LoadGroup        |
| aliasName   | 0..1 | string      | see IdentifiedObject |
| name        | 1..1 | string      | see IdentifiedObject |

#### 4.2.14 ConformLoadSchedule

LoadModel

A curve of load versus time (X-axis) showing the active power values (Y1-axis) and reactive power (Y2-axis) for each unit of the period covered. This curve represents a typical pattern of load over the time period for a given day type and season.

- Because value1 will always be specified in MW and value2 will always be specified in MVar, the value1Multiplier and value2Multiplier attributes do not need to be specified.

##### Native Members

|                  |      |                  |                                                             |
|------------------|------|------------------|-------------------------------------------------------------|
| ConformLoadGroup | 1..1 | ConformLoadGroup | The ConformLoadGroup where the ConformLoadSchedule belongs. |
|------------------|------|------------------|-------------------------------------------------------------|

##### Inherited Members

|            |      |            |                             |
|------------|------|------------|-----------------------------|
| DayType    | 1..1 | DayType    | see SeasonDayTypeSchedule   |
| Season     | 1..1 | Season     | see SeasonDayTypeSchedule   |
| endTime    | 1..1 | dateTime   | see RegularIntervalSchedule |
| timeStep   | 1..1 | Seconds    | see RegularIntervalSchedule |
| startTime  | 1..1 | dateTime   | see BasicIntervalSchedule   |
| value1Unit | 1..1 | UnitSymbol | see BasicIntervalSchedule   |
| value2Unit | 0..1 | UnitSymbol | see BasicIntervalSchedule   |
| aliasName  | 0..1 | string     | see IdentifiedObject        |
| name       | 1..1 | string     | see IdentifiedObject        |

#### 4.2.15 ConnectivityNode

Core

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

- By convention, ConnectivityNodes may only be placed within VoltageLevels.

##### Native Members

|                           |      |                           |                                      |
|---------------------------|------|---------------------------|--------------------------------------|
| ConnectivityNodeContainer | 1..1 | ConnectivityNodeContainer | Container of this connectivity node. |
|---------------------------|------|---------------------------|--------------------------------------|

##### Inherited Members

|           |      |        |                      |
|-----------|------|--------|----------------------|
| aliasName | 0..1 | string | see IdentifiedObject |
| name      | 1..1 | string | see IdentifiedObject |

#### 4.2.16 ControlArea

ControlArea

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

##### Native Members

|                |      |                     |                                                                                                                                                              |
|----------------|------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| netInterchange | 1..1 | ActivePower         | The specified positive net interchange into the control area.                                                                                                |
| pTolerance     | 0..1 | ActivePower         | Active power net interchange tolerance                                                                                                                       |
| type           | 1..1 | ControlAreaTypeKind | The type of control area definition used to determine if this is used for automatic generation control, for planning interchange control, or other purposes. |
| EnergyArea     | 0..1 | EnergyArea          | The energy area that is forecast from this control area specification.                                                                                       |

##### Inherited Members

|           |      |        |                      |
|-----------|------|--------|----------------------|
| aliasName | 0..1 | string | see IdentifiedObject |
| name      | 1..1 | string | see IdentifiedObject |

**4.2.17 ControlAreaGeneratingUnit**

ControlArea

A control area generating unit. This class is needed so that alternate control area definitions may include the same generating unit. Note only one instance within a control area should reference a specific generating unit.

**Native Members**

|                |      |                |                                                                                                                          |
|----------------|------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ControlArea    | 1..1 | ControlArea    | The parent control area for the generating unit specifications.                                                          |
| GeneratingUnit | 1..1 | GeneratingUnit | The generating unit specified for this control area. Note that a control area should include a GeneratingUnit only once. |

**4.2.18 CurrentLimit**

OperationalLimits

Operational limit on current.

**Native Members**

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

**Inherited Members**

|                      |      |                      |                      |
|----------------------|------|----------------------|----------------------|
| OperationalLimitSet  | 1..1 | OperationalLimitSet  | see OperationalLimit |
| OperationalLimitType | 1..1 | OperationalLimitType | see OperationalLimit |
| aliasName            | 0..1 | string               | see IdentifiedObject |
| name                 | 1..1 | string               | see IdentifiedObject |

**4.2.19 CurveData**

Core

Multi-purpose data points for defining a curve. The use of this generic class is discouraged if a more specific class can be used to specify the x and y axis values along with their specific data types.

**Native Members**

|         |      |       |                                                                             |
|---------|------|-------|-----------------------------------------------------------------------------|
| xvalue  | 1..1 | float | The data value of the X-axis variable, depending on the X-axis units.       |
| y1value | 1..1 | float | The data value of the first Y-axis variable, depending on the Y-axis units. |