DIN EN IEC 61970-301

DIN

ICS 33.040.20; 35.240.50

Entwurf

Einsprüche bis 2022-07-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61970-301
(VDE 0101-970-301):2019-07

Schnittstelle für Anwendungsprogramme für Netzführungssysteme (EMS-API) – Teil 301: Allgemeines Informationsmodell (CIM), Basismodell (IEC 61970-301:2020); Englische Fassung EN IEC 61970-301:2020

Energy management system application program interface (EMS-API) –
Part 301: Common information model (CIM) base
(IEC 61970-301:2020);
English version EN IEC 61970-301:2020

Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API) –
Partie 301: Base de modèle d'information commun (CIM)
(IEC 61970-301:2020);
Version anglaise EN IEC 61970-301:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-05-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Merianstraße 28, 63069 Offenbach am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 657 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Nationales Vorwort

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/TC 57 "Power systems management and associated information exchange" erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter "http://webstore.iec.ch" zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

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

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 den vorliegenden Normentwurf erfüllt.

Da sich die Benutzer der vorliegenden Norm der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung der EN IEC 61970-301:2020 veröffentlicht. Zu deren Einleitung, Abschnitt 1, der den Anwendungsbereich festlegt, und Abschnitt 3, der die Begriffe festlegt sowie Abschnitt 4, der die CIM-Spezifikationen festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als informativer Nationaler Anhang NA des vorliegenden Normentwurfs hinzugefügt. Für einige der verwendeten Begriffe existieren keine gebräuchlichen deutschen Benennungen, da sich die deutschen Anwender in der Regel ebenfalls der englischen Benennungen bedienen. Dieser Normentwurf steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Rechtsvorschriften und ist nicht als Sicherheitsnorm anzusehen.

Es ist vorgesehen, auch bei der entsprechenden zukünftigen Deutschen Norm auf die deutsche Sprachfassung zu verzichten und diese in der englischsprachigen Fassung zu veröffentlichen.

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.

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.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61970-301 (VDE 0101-970-301):2019-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) „Feeder“-Modellierung hinzugefügt;

b) Modellierung der ICCP-Konfiguration hinzugefügt;

c) Korrektur von Problemen, die bei Interoperabilitätsprüfungen oder Anwendung der Norm festgestellt wurden;

d) verbesserte Dokumentation;

e) Annex A mit benutzerdefinierten Erweiterungen aktualisiert;

f) Annex B mit Beispielen für die Modellierung eines Phasenschiebertransformators hinzugefügt;

g) Annex C mit HGÜ-Anwendungsfällen hinzugefügt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Auszugsweise Übersetzung

Reihenfolge und Inhalt der folgenden Abschnitte sind identisch mit denen in den jeweiligen Abschnitten der Englischen Fassung.

Einleitung

Dieses Dokument gehört zur Normenreihe IEC 61970, die eine Anwendungsprogramm-Schnittstelle (API) (en: application program interface) für ein Netzführungssystem (EMS) (en: energy management system) definiert. IEC 61970 basierte ursprünglich auf der Arbeit des Forschungsprojekts „Control Center API“ (CCAPI) des Electric Power Research Institute (EPRI) (RP-3654-1). Die Hauptziele des CCAPI-Projekts des EPRI bestanden in folgenden Punkten:

- Verringerung des Kosten- und Zeitaufwands für das Hinzufügen neuer Anwendungen zu einem EMS;
- Schutz der Investition in bestehende Anwendungen oder Systeme, die effektiv mit einem EMS zusammenarbeiten.

Das Hauptziel der Normenreihe IEC 61970 ist die Entwicklung von Normen, die die Integration von EMS-Anwendungen, welche von unterschiedlichen Anbietern, zwischen kompletten unabhängig voneinander entwickelten EMS oder zwischen einem EMS und anderen Systemen für die verschiedenen Aspekte des Energieversorgungsbetriebs wie Erzeugungs- oder Verteilungsmanagementsysteme entwickelt wurden, zu ermöglichen. Dies wird erreicht, indem Anwendungsprogramm-Schnittstellen definiert werden, über die diese Anwendungen oder Systeme Zugang zu öffentlichen Daten erlangen und Informationen unabhängig davon, wie diese intern dargestellt werden, austauschen können.

Das allgemeine Informationsmodell (CIM) (en: common information model) legt die Semantik für diese API fest. Die Schnittstellenspezifikationen von Komponenten (CIS) (en: component interface specifications), die in anderen Teilen der Normenreihe IEC 61970 enthalten sind, legen den Inhalt der ausgetauschten Nachrichten fest.

Das CIM ist ein abstraktes Modell, das alle die wichtigen Objekte in einem Energieversorgungsunternehmen darstellt, die in der Regel für die Betriebsaspekte einer Versorgungseinrichtung erforderlich sind. Dieses Modell umfasst öffentliche Klassen und Attribute für diese Objekte sowie die Beziehung zwischen diesen.

Dieses Dokument definiert den CIM-Basissatz der Pakete, die eine logische Sicht der funktionalen Aspekte eines Netzführungssystems, einschließlich SCADA (en: Supervisory Control and Data Acquisition), bieten. Andere funktionale Bereiche werden in separaten IEC-Dokumenten normiert, die dieses Dokument erweitern und darauf verweisen. Beispielsweise behandelt IEC 61968-11 Verteilungsmodelle und verweist auf dieses Dokument. Während es mehrere IEC-Normen gibt, die sich mit verschiedenen Teilen des CIM befassen, gibt es ein einziges, einheitliches Informationsmodell, das das CIM hinter all diesen einzelnen Standarddokumenten umfasst.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) macht auf die Tatsache aufmerksam, dass beansprucht wird, dass die Anwendung dieses Dokuments die Nutzung eines Patents bezüglich einer computerbasierten Implementierung eines objektorientierten Modells für Energieversorgungssysteme in einer relationalen Datenbank umfassen kann. Dies steht nicht in Konflikt zur Entwicklung eines logischen Modells für Energieversorgungssysteme einschließlich des allgemeinen Informationsmodells (CIM), in dem die Implementierung DES Modells nicht definiert ist.

Die IEC nimmt keine Stellung zur Rechtmäßigkeit, zur Gültigkeit und zum Anwendungsbereich dieses Patentrechts.

Der Halter dieses Patentrechts hat IEC zugesichert, dass er bereit ist, entweder kostenfrei oder über Lizenzen zu vernünftigen und nicht diskriminierenden Geschäftsbedingungen mit Antragstellern in der ganzen Welt zu

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

verhandeln. In diesem Zusammenhang ist die Erklärung des Halters dieses Patentrechts bei der IEC registriert. Informationen sind erhältlich bei:

ICL
Wenlock Way
West Gorton
Manchester
M12 5DR
Vereinigtes Königreich

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

ISO (www.iso.org/patents) und IEC (http://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) stellen online eine aktuelle Liste mit den für ihre Normen relevanten Patenten bereit. Anwender sind angehalten, diese Datenbanken zu nutzen, um aktuelle Informationen zu Patenten einzuholen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Schnittstelle für Anwendungsprogramme für Netzführungssysteme (EMS-API) — Teil 301: Allgemeines Informationsmodell (CIM), Basismodell

1 Anwendungsbereich

Das allgemeine Informationsmodell (CIM) (en: common information model) ist ein abstraktes Modell, das alle wichtigen Objekte eines Elektrizitätsversorgungsunternehmens, die typischerweise am Betrieb einer Versorgungseinrichtung beteiligt sind, darstellt. Durch die standardisierte Darstellung der Ressourcen eines Energieversorgungssystems in Form von Objektklassen mit Attributen und Beziehungen untereinander vereinfacht das CIM die Integration und Interoperabilität von Netzwerkanwendungen verschiedener Anbieter, zwischen unabhängig voneinander entwickelten Netzwerkanwendungen oder zwischen einem System, auf dem Netzwerkanwendungen ausgeführt werden, und anderen Systemen für die verschiedenen Aspekte des Energieversorgungsbetriebs wie z. B. dem Erzeugungs- oder Verteilungsmanagement. Sofern es für die Simulation des Energieversorgungssystems und die Kommunikation zwischen System und Netzleitstelle erforderlich ist, wird SCADA (en: Supervisory Control and Data Acquisition) modelliert. Das CIM vereinfacht die Integration von Anwendungen durch die Festlegung einer auf dem CIM basierenden einheitlichen Sprache (d. h. Semantik) und ermöglicht Anwendungen oder Systemen damit den Zugriff auf öffentliche Daten sowie den Austausch von Informationen unabhängig davon, wie derartige Informationen intern dargestellt werden.

Die im CIM dargestellten Objektklassen sind abstrakter Natur und können für eine Vielzahl von Anwendungen verwendet werden. Die Verwendung des CIM geht weit über seine Anwendung in einem EMS hinaus. Dieses Dokument sollte als Integrationswerkzeug verstanden werden, das in jedem beliebigen Bereich eingesetzt werden kann, in dem ein allgemeines Modell für Energieversorgungssysteme zur Vereinfachung der Interoperabilität und Steckerkompatibilität zwischen Anwendungen und Systemen unabhängig von einer bestimmten Implementierung benötigt wird.

Aufgrund der Größe des gesamten Informationsmodells werden die enthaltenen Objektklassen in mehreren logischen Paketen zusammengefasst, von denen jedes einen bestimmten Teil des modellierten Energieversorgungssystems darstellt. Bestimmte Zusammenstellungen dieser Pakete werden in separaten Internationalen Normen behandelt. Dieses Dokument legt einen Basispaketsatz fest, der eine logische Sicht auf die funktionalen Aspekte eines Netzführungssystems (EMS) und Modellierungsinformationen innerhalb eines Elektrizitätsversorgungsunternehmens bereitstellt, die auf alle Anwendungen zutreffen. Andere Normen legen spezifischere Teile des Modells fest, die nur für bestimmte Anwendungen relevant sind. In Unterabschnitt 4.3 in diesem Dokument ist angegeben, welche Paketgruppen in welchen Normdokumenten behandelt werden.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC TS 61970-2 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter http://www.electropedia.org/
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter http://www.iso.org/obp

3.1
Netzführungssystem
(en: energy management system)
EMS
Computersystem, das eine Softwareplattform für die grundlegenden Supportdienstleistungen und eine Reihe von Anwendungen zur Sicherstellung der Funktionalität der elektrischen Energieerzeugung und der Übertragungseinrichtungen beinhaltet, um eine angemessene Sicherheit der Energieversorgung bei minimalen Kosten zu sichern

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

3.2
Anwendungsprogramm-Schnittstelle
(en: application program interface)
API
Reihe von öffentlichen Funktionen, die durch eine ausführbare Anwendungskomponente zum Aufruf durch andere ausführbare Anwendungskomponenten zur Verfügung gestellt wird

3.3
einheitliche Modellierungssprache
(en: unified modelling language)
UML
formal und umfassend beschreibende Sprache mit Diagrammtechniken zur Darstellung von Software-Systemen von der Anforderungsanalyse über Auslegung und Implementierung bis zur Dokumentation

Anmerkung 1 zum Begriff: UML hat sich aus einer Sammlung von Methoden, die von verschiedenen Fachleuten zusammengetragen wurden, zu einer Internationalen Norm entwickelt (ISO/IEC 19505, herausgegeben 2012). CIM basiert auf UML für die Modelldefinition, und automatisierte Werkzeuge generieren die Dokumentation, Schemata und andere Objekte direkt aus UML. Ein Grundverständnis von UML ist erforderlich, um CIM zu verstehen.

3.4
Profil
(en: profile)
Teilmenge von CIM-Klassen, -Beziehungen und -Attributen, die benötigt wird, um einen speziellen Schnittstellentyp zu definieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Es kann in XSD-, RDF- und/oder OWL-Dateien beschrieben werden. Ein Profil kann zwischen den Anwendungen geprüft werden. Ein Profil ist notwendig, um CIM „verwenden“ zu können. Weitere Profile sind in anderen Teilen der Normenreihen IEC 61968 und IEC 62325 definiert.

4 CIM-Spezifikation

4.1 Überblick

Das CIM-Modell wird in der einheitlichen Modellierungssprache (UML) beschrieben, die zugehörige UML-Datei wird von einem UML-Bearbeitungstool verwaltet. Die UML-Datei kann in verschiedenen Formaten vorliegen:

- einem proprietären Format des jeweiligen Tools;
- einem standardisierten XMI-Format.

Das CIM-Modell wird in Absatz 6 beschrieben, dies ist ein aus der UML-Datei erzeugter Bericht. Der Name der UML-Datei, die für die Generierung von Abschnitt 6 verwendet wurde, lautet:

- iec61970cim17v38_iec61968cim13v12_iec62325cim03v17a.eap.

Diese Datei ist in der CIM-Benutzergruppe erhältlich.

4.2 Notation für die CIM-Modellierung

Das CIM wird unter Anwendung von objektorientierten Modellierungstechniken festgelegt. In der CIM-Spezifikation wird im Speziellen die UML-Notation verwendet, mithilfe derer das CIM als Gruppe von Paketen definiert wird.

Jedes Paket im CIM enthält ein oder mehrere Klassendiagramme, in denen alle Klassen in diesem Paket und ihre Beziehungen untereinander graphisch dargestellt sind. Jede Klasse wird anschließend im Text hinsichtlich ihrer Attribute und Beziehungen zu anderen Klassen festgelegt.

Die UML-Notation ist in OMG-Dokumenten (en: Object Management Group) und diversen veröffentlichten Fachbüchern beschrieben.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

4.3 CIM-Pakete

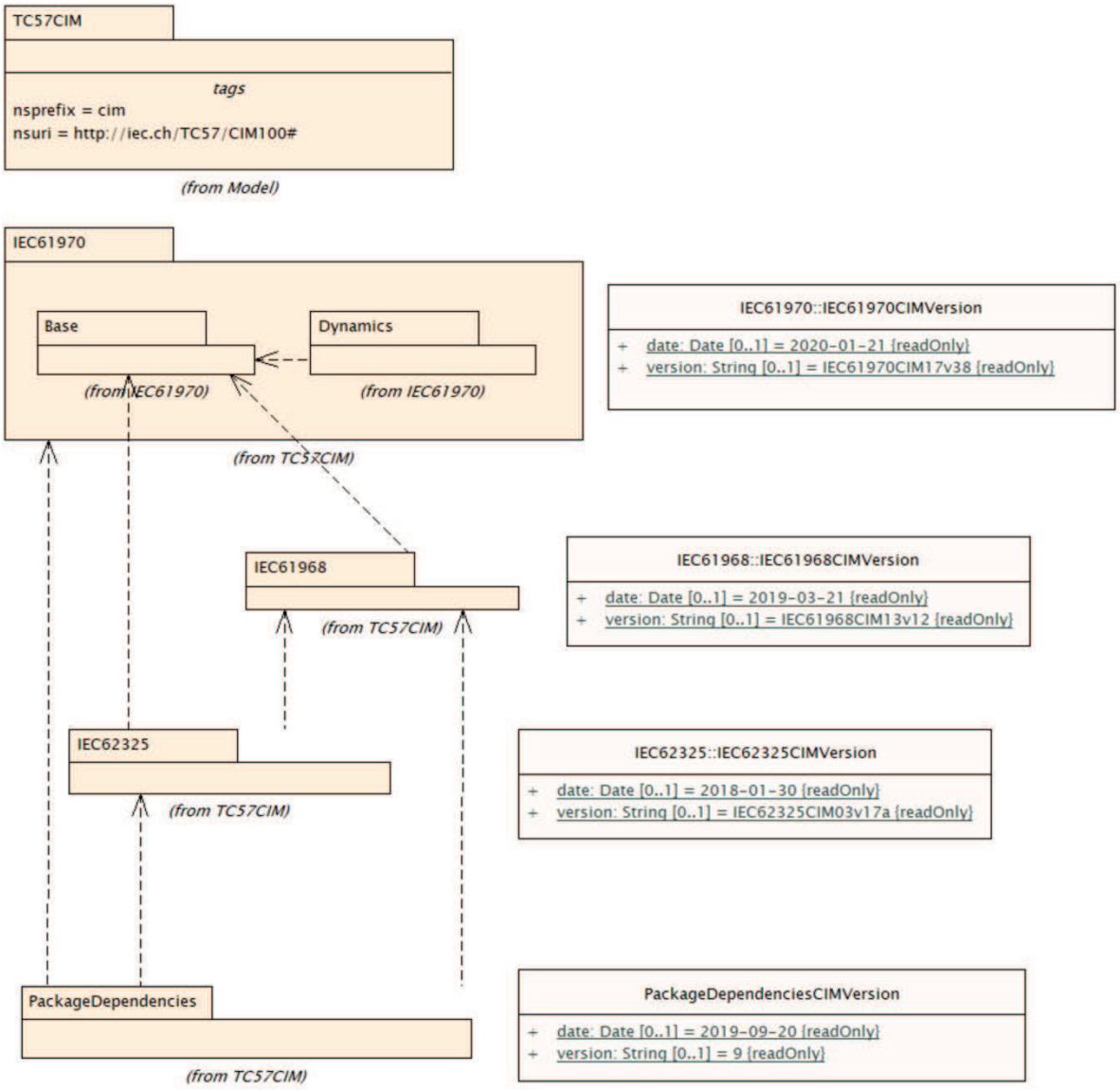
Ein Paket ist ein allgemeines Mittel zur Gruppierung verwandter Modellelemente. Die Pakete dienen dazu, das Modell übersichtlicher, verständlicher und überprüfbarer zu gestalten. Assoziationen zwischen Entitäten können über Paketgrenzen hinausgehen. Jede Anwendung verwendet Informationen, die in verschiedenen Paketen dargestellt sind.

Unterschiedliche Gruppen von Paketen sind zwecks einfacherer Verwaltung und Pflege unterschiedlichen Arbeitsgruppen innerhalb der IEC zugewiesen.

WG13-Pakete sind in diesem Dokument enthalten und gehören zu dem in IEC 61970 definierten Paket. Die Pakete nach IEC 61970 hängen nicht von anderen fremden Paketen ab. Wie in Bild 1dargestellt, dienen die in IEC 61970 definierten Pakete und deren Teilpakete als Kern- oder Basismodell für andere CIM-Pakete. Die gestrichelten Linien geben Abhängigkeitsbeziehungen wieder, wobei die Pfeilspitze vom abhängigen Paket auf das Paket, zu dem die Abhängigkeit besteht, zeigt. WG14-Pakete in der Normenreihe IEC 61968 beschreiben zusätzliche Teile des CIM, die andere logische Sichten auf Betriebsaspekte einer Versorgungseinrichtung darstellen, einschließlich Ressourcen, Standort, Aktivitäten, Verbraucher, Dokumentation, Arbeitsmanagement und Messung. WG16-Pakete in der Normenreihe IEC 62325 beschreiben Energiemärkte.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06



Englisch	Deutsch
(from Model)	(aus Modell)
(from IEC 61970)	(aus IEC 61970)
(from TC 57CIM)	(aus TC 57 CIM)

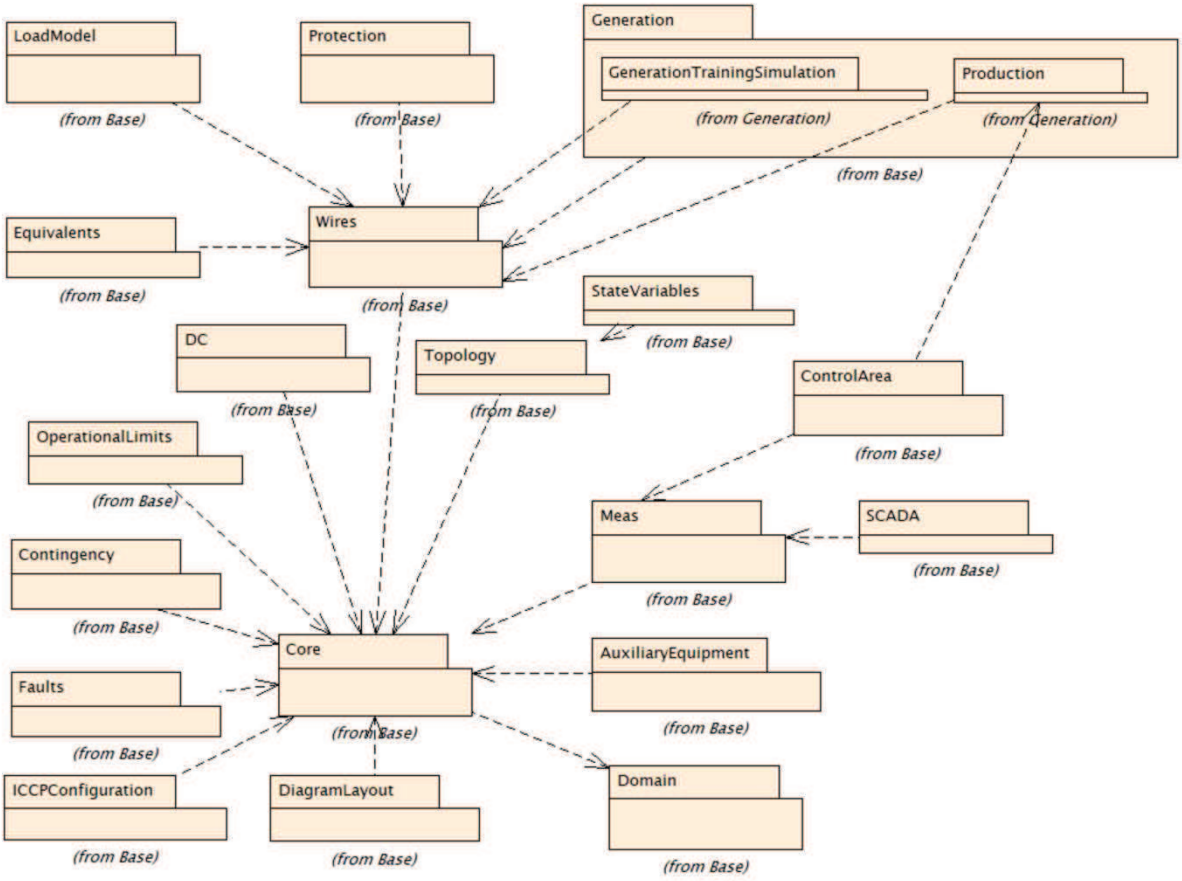
Bild 1 – Definierte Abhängigkeiten zwischen CIM-Paketen und Versionsangaben der Pakete

Es ist zu beachten, dass die Paketgrenzen keine Anwendungsgrenzen darstellen. Eine Anwendung darf CIM-Entitäten aus verschiedenen Paketen verwenden. Es ist auch davon auszugehen, dass für CIM-Pakete außerhalb dieses Dokuments Abhängigkeiten zu einigen in diesem Dokument beschriebenen Paketen bestehen, insbesondere zu den Paketen „Domain“ und „Core“, aber auch zu anderen Paketen.

Bild 2 zeigt die für das CIM-Basismodell in IEC 61970-301 definierten Pakete sowie deren Abhängigkeitsbeziehungen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06



Englisch	Deutsch
(from Base)	(aus Basis)
(from Generation)	(aus Generation)

Bild 2 – Diagramm der CIM-Pakete in IEC 61970-301

4.4 CIM-Klassen und Beziehungen

4.4.1 Klassen

Die Klassendiagramme der einzelnen CIM-Pakete zeigen die im jeweiligen Paket enthaltenen Klassen und deren Beziehungen. Wo Beziehungen zu Klassen in anderen Paketen vorhanden sind, dürfen diese Klassen ebenfalls dargestellt werden.

Durch Klassen und Objekte werden die für Anwendungen des Energieversorgungssystems relevanten Komponenten modelliert und auf einheitliche Weise dargestellt. Eine Klasse ist eine Beschreibung eines in der realen Welt vorkommenden Objektes, wie z. B. eines Transformators, eines Generators oder einer Last, das beispielsweise in einem EMS als Teil des gesamten Modells für Energieversorgungssysteme abgebildet werden muss. Andere Objekttypen bilden u. a. Pläne und Messungen ab, die von EMS-Anwendungen ebenfalls verarbeitet, analysiert und gespeichert werden müssen. Derartige Objekte erfordern eine einheitliche Darstellung, damit die Ziele der EMS-API-Norm hinsichtlich der Steckerkompatibilität und Interoperabilität erreicht werden. Ein bestimmtes Objekt in einem Energieversorgungssystem, das eine eindeutige Identität aufweist, wird als Instanz der Klasse, zu der es gehört, modelliert.

Des Weiteren sollte angemerkt werden, dass die Definition des CIM der Vereinfachung des Datenaustausches dient. Nach der Definition in diesem Dokument sind die Eigenschaften der CIM-Entitäten modelliert, nicht aber deren Verhaltenscharakter. Für eine bestimmte Schnittstelle wird ein Profil definiert, das aus einer Untermenge

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

von CIM-Klassen, Attributen und Assoziationen besteht. Ein Profil legt die Nutzlast von Nachrichten für eine Schnittstelle fest.

Klassen verfügen über Attribute, welche die Merkmale der Objekte beschreiben. Jede Klasse im CIM enthält die Attribute, die eine bestimmte Instanz der Klasse beschreiben und identifizieren. In den Klassenbeschreibungen sind nur diejenigen Attribute enthalten, die für die Integration und Interoperabilität von Anwendungen des Energieversorgungssystems wichtig sind.

Jedes Attribut weist einen Typ auf, der die Art des Attributes kennzeichnet. Typische Attribute sind vom Typ „Integer“, „Float“, „Boolean“, „String“, „Date“ und „Decimal“, diese werden als primitive Typen (en: primitive type) bezeichnet. In der CIM-Spezifikation wird jedoch eine Reihe weiterer Typen definiert. „ShuntCompensator“ weist beispielsweise ein Attribut „maxU“ vom Typ „Voltage“ auf. Die Definition vieler standardisierter Typen (en: shared type) ist in dem Paket „Domain“ enthalten. Die UML-Stereotypen „Primitive“, „Enumeration“, „CIMDatatype“ und „Compound“ werden Klassen hinzugefügt, die als Typen verwendet werden. Der Stereotyp „CIMDatatype“ wird zusammen mit einer bestimmten CIM-Semantik für einen einfachen Wert mit zusätzlichen Attributen verwendet, die Einheit und Multiplikator des Wertes festlegen, z. B. „Unit“, und „Multiplier“. Dies impliziert eine benutzerdefinierte Abbildung auf Serialisierungsartefakte, wie z. B. RDFS, OWL und XSD. Klassen mit diesen Stereotypen sind kein Teil von Generalisierungs- oder Assoziationsbeziehungen und werden einfach als Typen für Attribute verwendet. Der Stereotyp „Enumeration“ wird zur Beschreibung eines Attributes mit einer Liste von Auswahlmöglichkeiten benutzt. Der Stereotyp „Compound“ wird zur Beschreibung von Sätzen verwandter Attribute angewendet, die in der Regel wiederverwendet werden. „Compound“-Klassen dürfen aus „Primitive“, „Enumeration“, „CIMDatatype“ oder anderen „Compound“-Klassen bestehen, solange die „Compound“-Klassen nicht an einer Rekursion beteiligt sind.

Alle CIM-Attribute sind optional und dürfen daher in CIM-Profilen beliebig ausgeschlossen werden.

Beziehungen zwischen Klassen bilden deren Struktur zueinander ab. CIM-Klassen stehen auf vielfältige Weise im Zusammenhang zueinander, wie in 4.4.2 bis 4.4.4 beschrieben.

4.4.2 Generalisierung

Eine Generalisierung ist eine Beziehung zwischen einer allgemeineren und einer spezifischeren Klasse. Die spezifischere Klasse kann nur zusätzliche Informationen enthalten. Durch eine Generalisierung erbt die spezifische Klasse Attribute und Beziehungen von allen allgemeineren Klassen über ihr.

Bild 3 zeigt ein Beispiel für eine Generalisierung. In diesem Beispiel ist „Breaker“ aus dem Paket „Wires“ ein spezifischer Typ von „ProtectedSwitch“, der wiederum ein spezifischer Typ von „Switch“ ist, welcher ein spezifischer Typ von „ConductingEquipment“ ist usw. Ein „PowerTransformer“ ist ein weiterer spezifischer Typ von „ConductingEquipment“. Es ist zu beachten, dass „PowerSystemResource“ von der Klasse „IdentifiedObject“ erbt, die im Diagramm nicht dargestellt ist. Daher ist „IdentifiedObject“ in kursiver Schrift in der rechten oberen Ecke der Klasse „PowerSystemResource“ angegeben.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

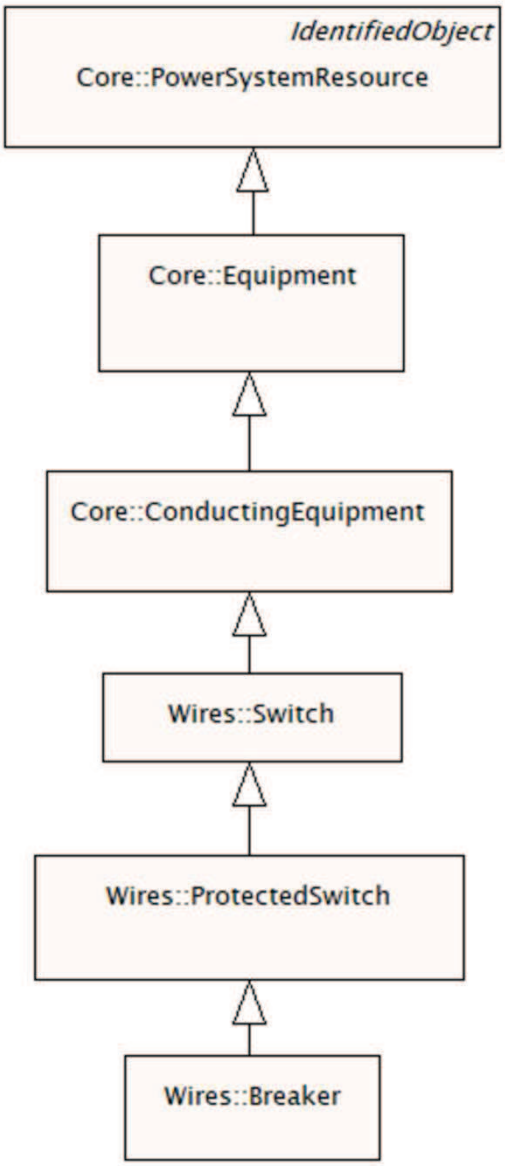


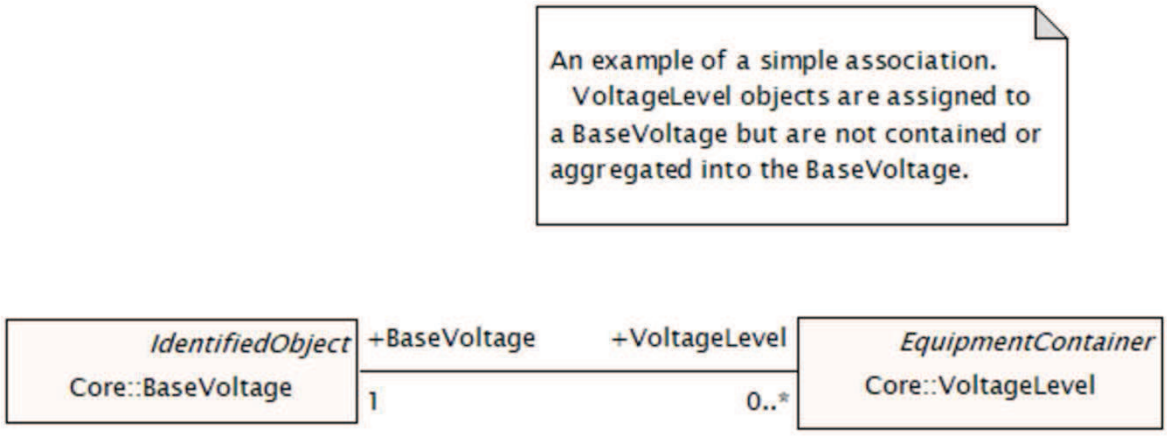
Bild 3 – Beispiel für eine Generalisierung

4.4.3 Einfache Assoziation

Eine Assoziation ist eine konzeptionelle Verbindung zwischen Klassen. Jede Assoziation hat zwei „Assoziationsenden“. Vor der UML-2.0-Spezifikation wurden diese „Assoziationsenden“ als „Rollen“ bezeichnet. Jedes Assoziationsende beschreibt die Rolle der Zielklasse (d. h. der Klasse, auf die das Assoziationsende *zeigt*) in Bezug auf die Quellklasse (d. h. die Klasse, von der das Assoziationsende *ausgeht*). Assoziationsenden werden üblicherweise mit dem Namen der Zielklasse mit oder ohne Verbphrase bezeichnet. Jedes Assoziationsende weist außerdem eine Angabe zur Multiplizität/Kardinalität auf, wodurch angezeigt wird, wie viele Objekte an der bestehenden Beziehung beteiligt sein können. Im CIM werden nur Assoziationsenden, nicht aber Assoziationen selbst gekennzeichnet. Im CIM ist beispielsweise, wie in Bild 4 dargestellt, eine Assoziation zwischen einer Klasse „BaseVoltage“ und einer Klasse „VoltageLevel“ vorhanden. An beiden Enden der Assoziation ist die Multiplizität angezeigt. In diesem Beispiel kann sich ein „VoltageLevel“-Objekt auf 1 „BaseVoltage“-Objekt beziehen, und ein „BaseVoltage“-Objekt kann von 0 oder mehr „VoltageLevel“-Objekten referenziert werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06



Englisch	Deutsch
An example of a simple association. VoltageLevel objects are assigned to a BaseVoltage but are not contained or aggregated into the BaseVoltage.	Ein Beispiel für eine einfache Assoziation. „VoltageLevel“-Objekte werden einem „BaseVoltage“-Objekt zugeordnet, sind aber nicht in diesem enthalten bzw. werden nicht in diesem vereint.

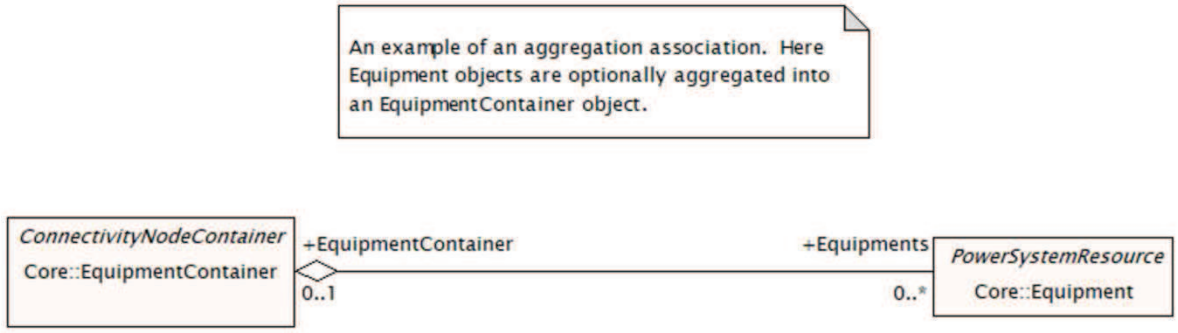
Bild 4 – Beispiel für eine einfache Assoziation

4.4.4 Aggregation

Eine Aggregation ist ein Sonderfall der Assoziation. Eine Aggregation gibt an, dass die Beziehung zwischen den Klassen eine Art „Ganzes-Teil-Beziehung“ ist, bei der die Gesamtklasse aus der Teilklasse „besteht“ oder diese „enthält“ und die Teilklasse „Teil“ der Gesamtklasse ist. Die Teilklasse erbt nicht wie bei der Generalisierung von der Gesamtklasse. Bild 5 veranschaulicht eine Aggregation zwischen der Klasse „EquipmentContainer“ und der Klasse „Equipment“, die im Paket „Core“ enthalten ist. Wie im Bild gezeigt, kann ein „Equipment“-Objekt ein Mitglied von 0 oder 1 „EquipmentContainer“-Objekt(en) sein; ein „EquipmentContainer“-Objekt kann jedoch eine beliebige Anzahl von „Equipment“-Objekten enthalten. Im Zusammenhang mit der Verwendung des CIM als Informationsmodell gibt es für eine Aggregation keine genaue oder formale Interpretation über eine einfache Assoziation hinaus; sie dient der visuellen Unterstützung bei der Darstellung des üblichen Gebrauchs.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06



Englisch	Deutsch
An example of an aggregation association. Here Equipment objects are optionally aggregated into an EquipmentContainer object.	Ein Beispiel für eine Aggregationsassoziation. Hierbei werden „Equipment“-Objekte optional in einem EquipmentContainer“-Objekt vereinigt.

Bild 5 – Beispiel für eine Aggregation

4.5 CIM-Modellkonzepte und Beispiele

4.5.1 Konzepte

Zwecks einer einfacheren Interpretation des CIM werden in 4.5.2 bis 4.5.16 einige wichtige Modellkonzepte, die im CIM verwendet werden, eingeführt und beschrieben.

4.5.2 Einschluss- und Betriebsmittelhierarchien und Namensgebung

4.5.2.1 Einschluss-Struktur

Bild 6 zeigt das Konzept der Betriebsmittel-Container zum Aufbau von Hierarchien im CIM. Betriebsmittel-Container bieten Möglichkeiten zur Organisation und Benennung von Betriebsmitteln, die typischerweise innerhalb einer Station vorhanden sind. Wie dem Bild entnommen werden kann, besteht eine gewisse Flexibilität bei der Auswahl der Container, die in einer bestimmten Anwendung des CIM verwendet werden, um sowohl verschiedene international übliche Verfahrensweisen als auch typische Unterschiede zwischen Übertragungs- und Verteilungsstationenzu berücksichtigen. „Bay“, „VoltageLevel“, „Substation“, „Line“ und „Plant“ stellen alle Typen von „EquipmentContainer(s)“ dar. Im Allgemeinen ist „Bay“ innerhalb eines bestimmten „VoltageLevel“ enthalten, das wiederum Teil einer „Substation“ ist. „Substation(s)“ und „Line(s)“ dürfen in „SubGeographicRegion(s)“ und „GeographicRegion(s)“ enthalten sein.

In der Klasse „IdentifiedObject“ wird eine Einschlusshierarchie verwendet, um eine hierarchische, lesbare Namensgebung bereitzustellen. Eine bestimmte Hierarchie wird speziell dafür verwendet, Betriebsmittel entsprechend ihrer Funktion im Energieversorgungssystem zu benennen. Dies ist die funktionale Namenshierarchie. Neben Funktionsbezeichnungen gelten Seriennummern als einheitliche Identifikationsmöglichkeit. Die Funktionsbezeichnung unterscheidet sich von einer Seriennummer insofern, als sie sich auf die Funktion eines Betriebsmittels an einer bestimmten Position oder Stelle im Energieversorgungssystem bezieht. Unabhängig davon, welches spezifische physische Betriebsmittel an einer Stelle eingesetzt wird, bleibt die Funktionsbezeichnung gleich, während sich die Seriennummer entsprechend dem aktuell verwendeten Betriebsmittel ändert.

4.5.2.2 Klasse „IdentifiedObject“

Die im „Core“-Paket enthaltene Klasse „IdentifiedObject“ wird von allen „PowerSystemResource“-Klassen und vielen anderen Klassen geerbt. Diese Klasse besitzt Attribute und Assoziationen, die zur Benennung aller CIM-Objekte zu verwenden sind. Zusätzliche Benennungen können festgelegt werden, indem „Name“-Klassen aus

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

4.5.3 verwendet oder Erweiterungen definiert werden. Das Attribut „mRID“ der „IdentifiedObject“-Klasse bietet eine direkte und präzise Identität für CIM-Objekte.

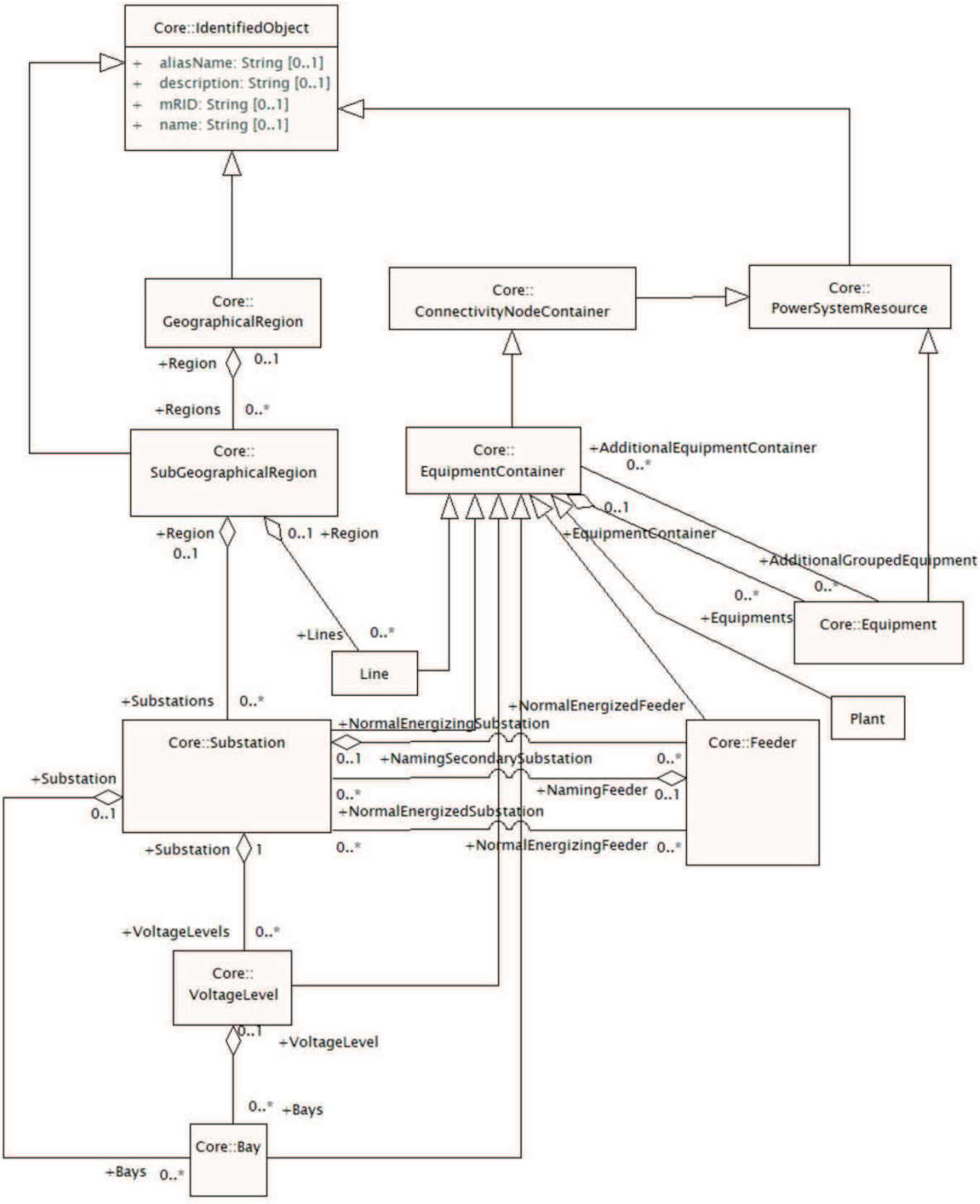


Bild 6 – Betriebsmittel-Container

Die Diagramme „NamingHierarchyPart1“ und „NamingHierarchyPart2“ im Paket „Wires“ zeigen die Funktionsbezeichnungshierarchie.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

4.5.3 Modell „Names“

Zur Festlegung anderer Namen für Objekte steht ein flexibles und erweiterbares Benennungsmodell zur Verfügung. Das Modell „Names“ ist nützlich, wenn mehrere Anwendungen oder Systeme unterschiedliche Namen für das gleiche Objekt haben. Das Modell „Names“ ermöglicht dann einen Austausch dieser Namen.

Bild 7 zeigt das Klassendiagramm für andere Namen, und wie diese mit einem bestimmten anwender-definierten Namenstyp verknüpft werden können. Dieses Modell erlaubt die spezielle Definition von Namen innerhalb eines bestimmten Bereiches und beansprucht keine spezifischen Benennungsregeln. In diesem Modell können alle Prinzipien von Alias-Namen, Pfadnamen und lokalen Namen verwendet werden. Die CIM-Modelle beanspruchen oder begünstigen keine bestimmten Benennungskonventionen, sie ermöglichen aber den Austausch solcher Benennungskonventionen im Rahmen eines Klartextes.

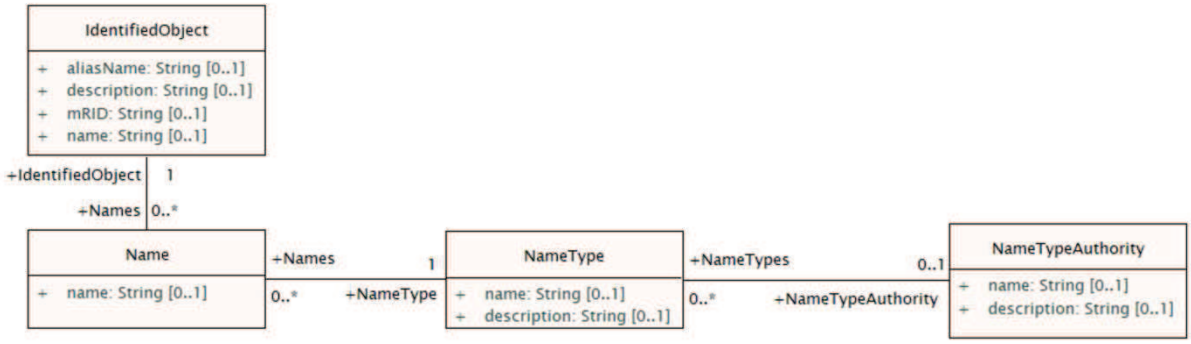


Bild 7 – Names

4.5.4 Konnektivitätsmodell

4.5.4.1 Beschreibung der Konnektivität

Bild 8 zeigt das Klassendiagramm „Topology“, das die Konnektivität zwischen verschiedenen Typen von „ConductingEquipment“ modelliert. Ein Teil des Klassendiagramms des Paketes „Meas“, das sich mit Messungen beschäftigt, ist ebenfalls integriert, um die Assoziationen zwischen Messungen und elektrischen Betriebsmitteln zu veranschaulichen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

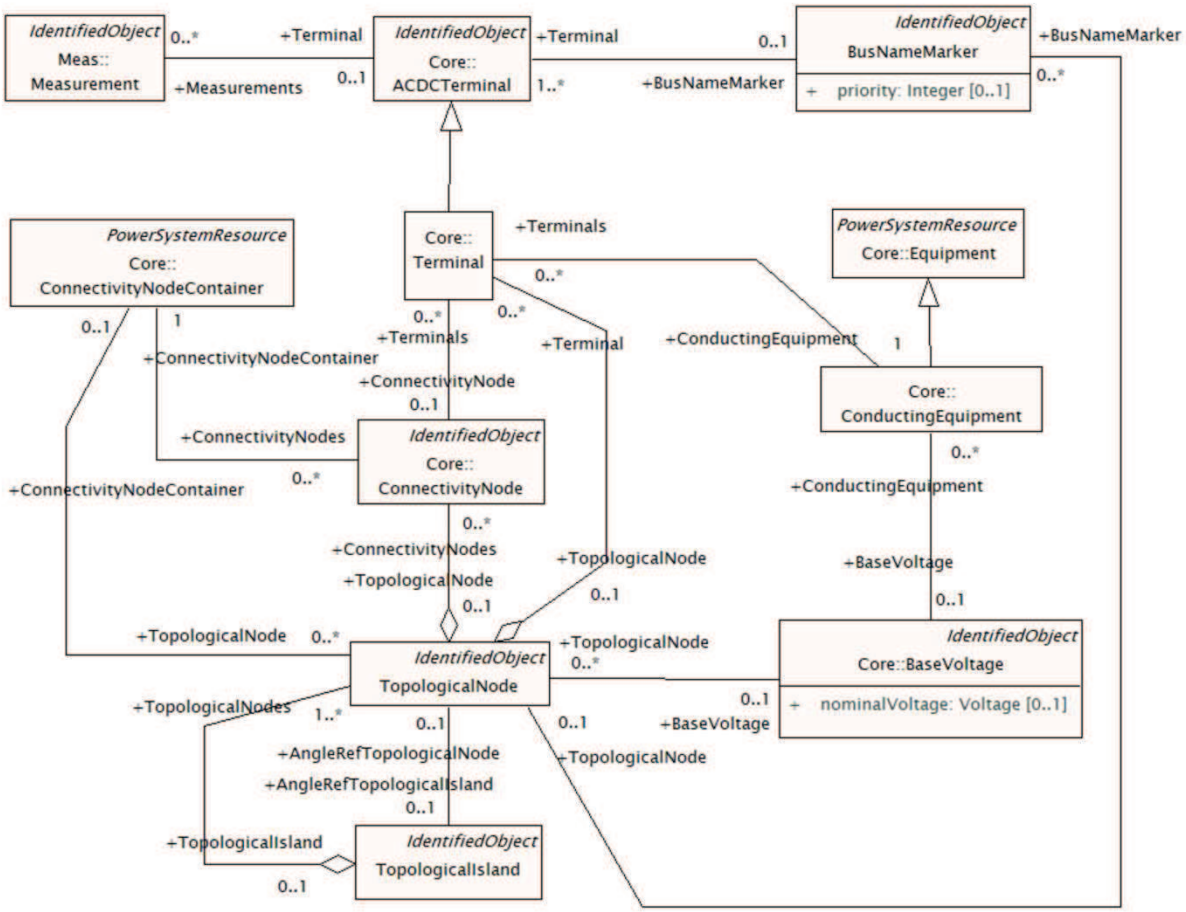


Bild 8 – Konnektivitätsmodell

Für die Modellierung der Konnektivität sind die Klassen „Terminal“ und „ConnectivityNode“ definiert. Ein „Terminal“ bezieht sich auf ein (en: one) „ConductingEquipment“, während „ConductingEquipment“ eine beliebige Anzahl von „Terminals“ enthalten darf. Jeder „Terminal“ darf mit einem „ConnectivityNode“ verbunden werden, welcher einen Punkt darstellt, an dem Anschlüsse von elektrischen Betriebsmitteln mit Nullimpedanz miteinander verbunden sind. An einen „ConnectivityNode“ darf eine beliebige Anzahl von „Terminals“ angeschlossen werden, und er selbst darf ein Mitglied eines „TopologicalNode“ (d. h. eines Busses) sein, der wiederum zu einer „TopologicalIsland“ gehört. „TopologicalNodes“ und „TopologicalIslands“ werden als Ergebnis der Auswertung der bestehenden Konnektivität und der jeweiligen Schalterstellungen durch einen Topologieprozessor erstellt.

Mithilfe der Assoziation zwischen „TopologicalNode“ und „Terminal“ ist es möglich, Dokumente direkt mit einem „TopologicalNode“ auszutauschen und den „ConnectivityNode“ zu umgehen. Dies ist für den Austausch mit Modellen hilfreich, die keine näheren Angaben zu Schaltern enthalten. Wenn das „TopologicalNode“-Modell ausgetauscht wird, ist es sinnvoll, auch das Attribut „verbunden“ der „Terminal“-Klasse auszutauschen. Damit kann die topologische Struktur des Modells erhalten bleiben, und es wird trotzdem angegeben, dass ein „Terminal“ nicht vollständig verbunden ist. In der Regel ist diese Trennung das Ergebnis von einer oder mehreren Schalteröffnungen im genauen Modell, welche beim Austausch eines Modells ohne nähere Angaben zu Schaltern nicht dargestellt werden.

„EquipmentContainers“, die eine Spezialisierung eines „ConnectivityNodeContainer“ darstellen, dürfen keine oder mehrere „ConnectivityNodes“ umfassen. Die Assoziationen „ConductingEquipment – Terminal“ und „Terminal – ConnectivityNode“ bilden die bestehende Konnektivität des Netzes eines Energieversorgungssystems ab. Für jeden „Terminal“, der mit einem „ConnectivityNode“ verbunden ist, kennzeichnen die Assoziationen der anderen „Terminals“, die mit demselben „ConnectivityNode“ verbunden sind, die elektrisch angeschlossenen „ConductingEquipment“-Objekte. Eine ähnliche Konnektivität auf Bus/Zweigleitungs-Detailebene kann unter Verwendung von „TopologicalNode“ anstelle von „ConnectivityNode“ ausgedrückt werden. Die „BusNameMarker“-Klasse, die über eine Assoziation zu „ConnectivityNode“ verfügt, wird für die

Documents
Document Sharing Hub

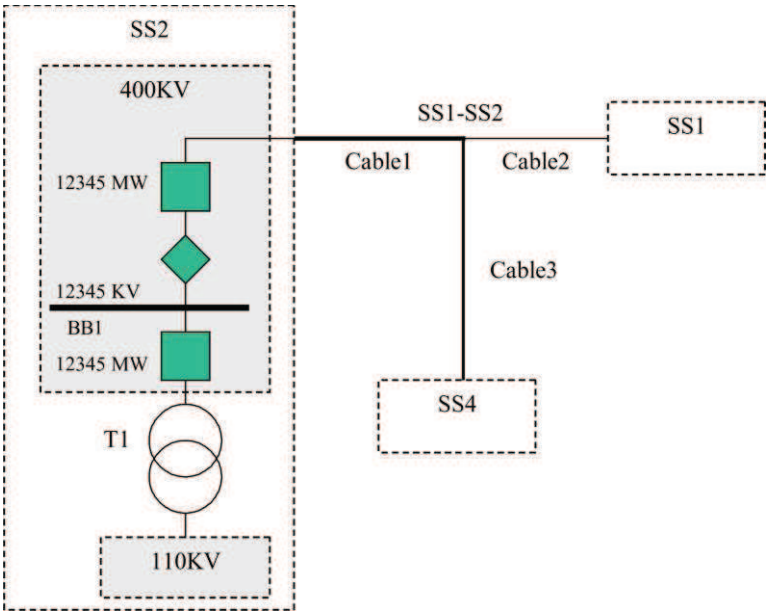
Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

benutzerdefinierten Busbezeichnungen, die auf „TopologicalNodes“ anzuwenden sind, verwendet. „TopologicalNodes“ werden aus „ConnectivityNodes“ als Ergebnis der Topologieverarbeitung erzeugt, und in Abhängigkeit davon, welche „ConnectivityNode“-Instanzen vorhanden sind, können verschiedene Namen benutzt werden.

Um die analogen Werte wie Spannung und Leistung zu modellieren, verfügt jeder „Terminal“ über eine Assoziation zu einer „Measurement“-Klasse aus dem Paket „Meas“. Auch wenn dies in Bild 8 nicht dargestellt ist, ist ein „Measurement“-Objekt mit mindestens einem „MeasurementValue“-Objekt assoziiert. Jedes „MeasurementValue“-Objekt ist eine Instanz einer Messung aus einer bestimmten Quelle, z. B. einer Fernmessung.

4.5.4.2 Beispiel für Konnektivität und Einschluss

Um die Darstellung des Konnektivitäts- und des Einschlussmodells in Form von Objekten zu veranschaulichen, ist in Bild 9 ein kleines Beispiel dargestellt. Das Beispiel zeigt eine Übertragungsleitung mit einer T-Verzweigung, die zwei Stationen und eine Station mit zwei Spannungsebenen und einem Transformator dazwischen miteinander verbindet. Die Übertragungsleitung besteht aus zwei verschiedenen Kabeln. Eine der Spannungsebenen ist mit einem Sammelschienenabschnitt dargestellt, der eine einzelne Sammelschiene und zwei sehr einfache Schaltfelder, die an die Sammelschiene angeschlossen sind, umfasst.



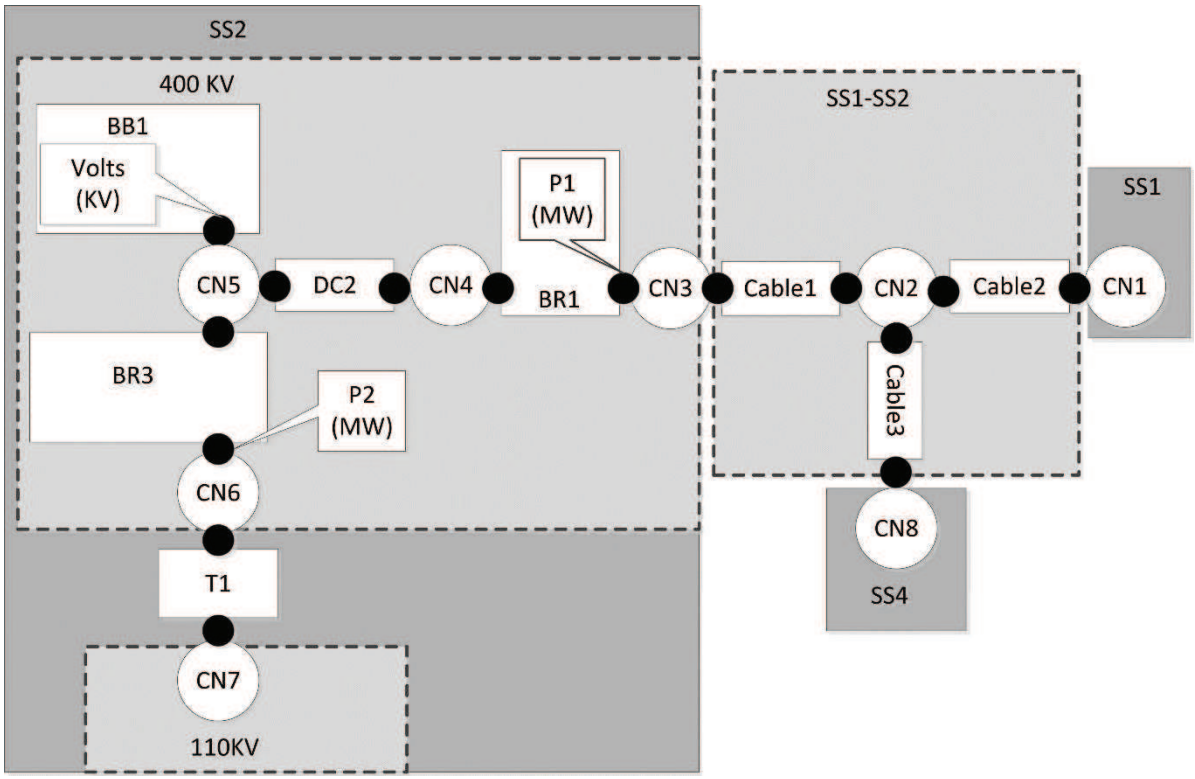
Englisch	Deutsch
Cable1	Cable1
Cable2	Cable2
Cable3	Cable3

Bild 9 – Beispiel für ein einfaches Netz

Bild 10 zeigt, wie die Konnektivität im CIM modelliert wird, und stellt außerdem eine Möglichkeit (aber nicht zwingend die einzige Möglichkeit) zur Modellierung des Einschlusses für das Diagramm in Bild 9 dar. Die schattierten Kästchen stellen „EquipmentContainer“ dar und die weißen Kästchen bilden „ConductingEquipment“ ab. Eine dunklere Schattierung gibt an, dass sich der „EquipmentContainer“ höher in der Einschlusshierarchie befindet (d. h. „Substation“ ist auf der höchsten Ebene, „VoltageLevel“ auf der darunterliegenden Ebene usw.). Weiße Kreise stellen „ConnectivityNodes“ dar und schwarze kleine Kreise bilden „Terminals“ ab. Ein „Terminal“ gehört zu einem „ConductingEquipment“, und ein „ConnectivityNode“ gehört zu einem „EquipmentContainer“. Somit entsprechen die Grenzen (oder Kontaktpunkte) zwischen „ConductingEquipment“ deren „Terminals“, die über „ConnectivityNodes“ miteinander verbunden sind.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06



Englisch	Deutsch
Cable1	Cable1
Cable2	Cable2
Cable3	Cable3

Bild 10 – Modellierung einer einfachen Netzkonnektivität mit der CIM-Topologie

Die Leitung SS1–SS2 enthält drei ACLineSegments (Cable1, Cable2 und Cable3) und den zugehörigen ConnectivityNode (CN2), um eine T-Verzweigung zu modellieren, die für eine Verbindung mit SS4 sorgt. Dies stellt nur eine Möglichkeit der Modellierung dieser Konfiguration dar. Jedes ACLineSegment verfügt über zwei Terminals. Cable1 ist über diese Terminals mit CN3 und CN2 verbunden. CN3 ist im VoltageLevel 400 kV enthalten. Der Breaker BR1 verfügt über zwei Terminals, von denen einer mit CN3 verbunden ist.

Messungen sind durch viereckige Anmerkungen und einen Pfeil, der auf ein Terminal zeigt, dargestellt. P1 ist mit dem rechten Terminal des Breaker BR1 verbunden. Es ist zu beachten, dass P1 innerhalb des Kästchens abgebildet ist, welches BR1 darstellt. Dies liegt daran, dass sich eine Messung auf eine PowerSystemResource (PSR) beziehen kann, was bei BR1 der Fall ist. P2 ist innerhalb von VoltageLevel 400 kV dargestellt, wodurch deutlich wird, dass es sich auf 400 kV VoltageLevel und nicht auf BR3 bezieht.

4.5.5 Vererbungshierarchie

Bild 11 gibt einen Überblick über die im CIM modellierte Vererbungshierarchie. Dieser Überblick, welcher in Form eines Diagramms aus dem Paket „Wires“ eingeschlossen ist, umfasst mehrere CIM-Pakete.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

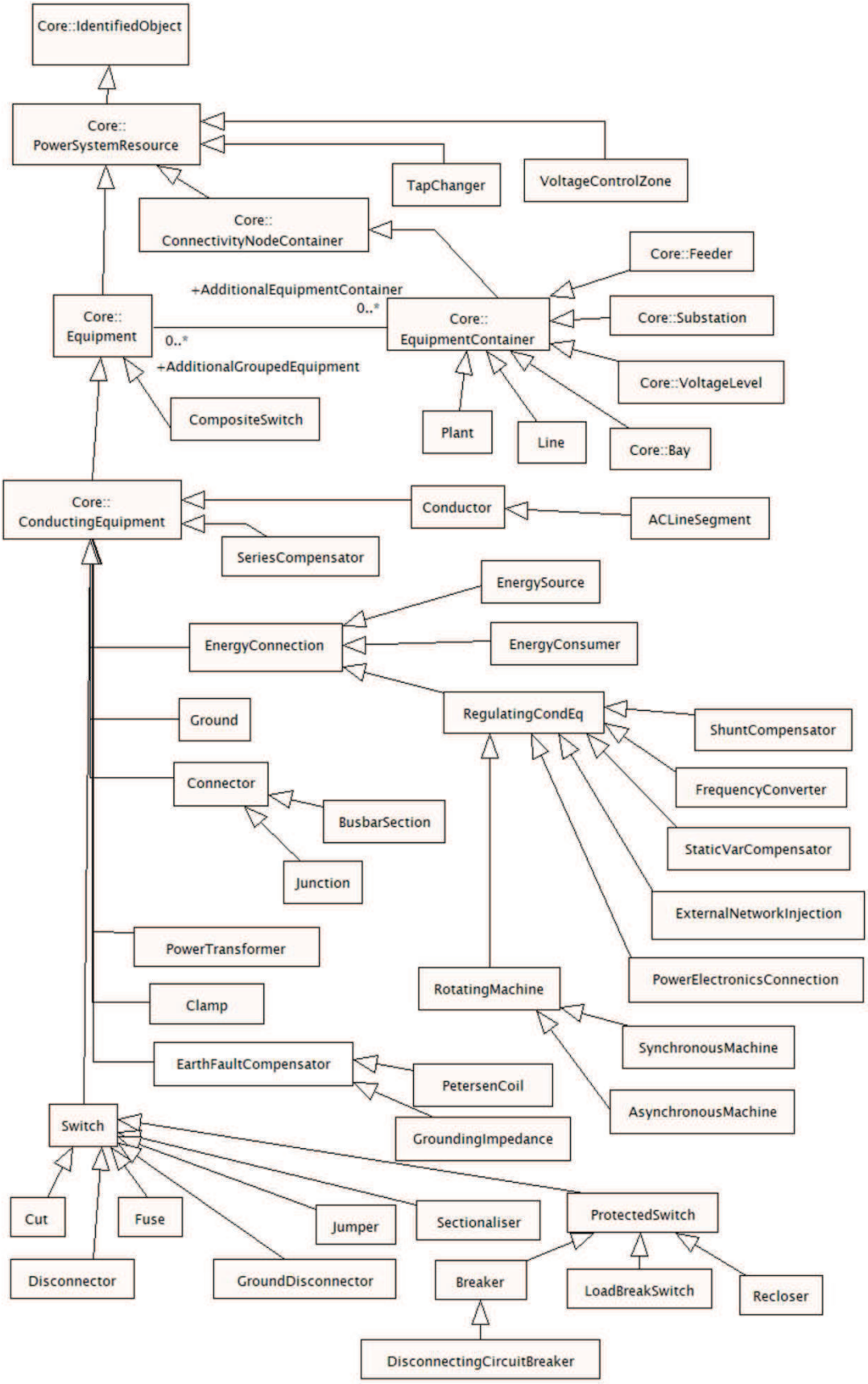


Bild 11 – Vererbungshierarchie für Betriebsmittel

Documents
Document Sharing Hub

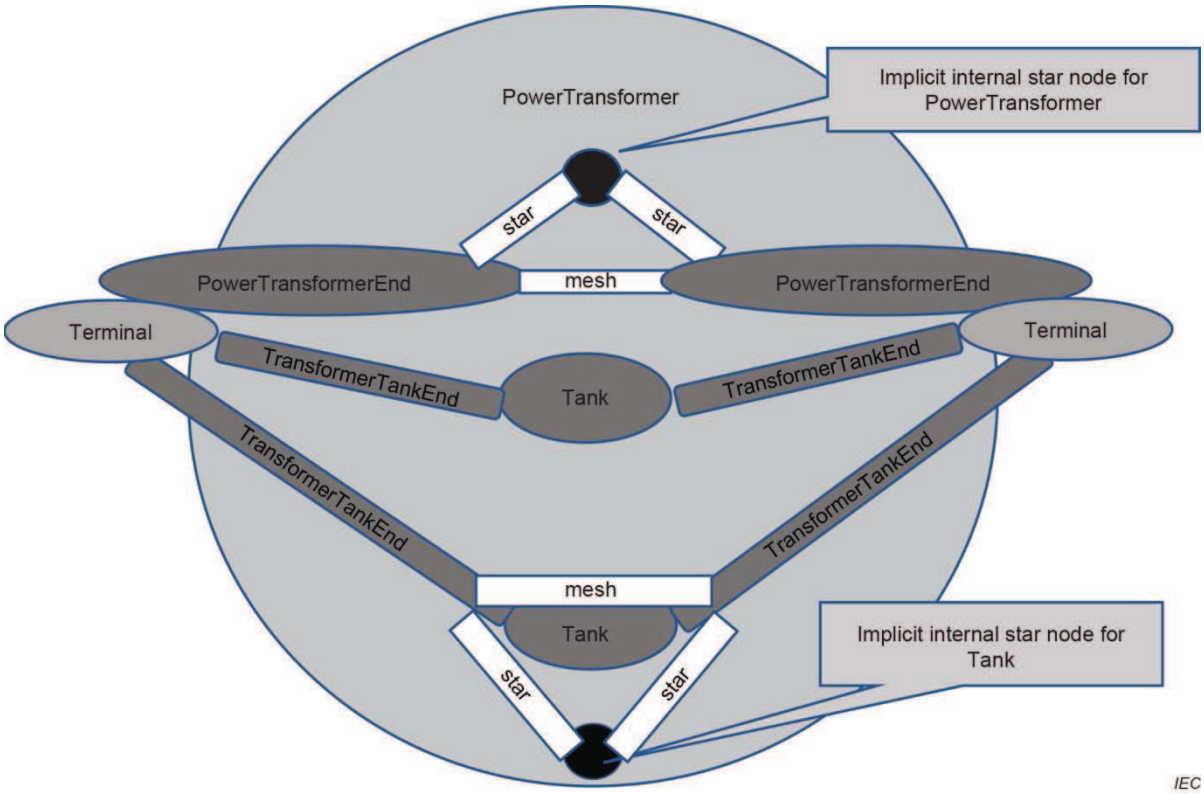
Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

4.5.6 Transformatormodell

In Bild 13 ist ein Teil des „Wires“-Paketes in einem Klassendiagramm dargestellt, in dem ein „PowerTransformer“-Gerät modelliert wird.

Das Transformatormodell ist sowohl auf symmetrische als auch auf unsymmetrische Modelle anwendbar. Darüber hinaus ist der „PowerTransformer“ selbst jetzt ein „ConductingEquipment“ mit der Möglichkeit mehrerer Anschlüsse, damit Transformatoren mit einem, zwei, drei oder mehr Anschlüssen direkter modelliert werden können.

Wie in Bild 12 gezeigt, können mit „PowerTransformer“ optional auch Einzelheiten des Kessels (en: tank) modelliert werden, mit denen die inneren Wicklungsstrangverbindungen und Unsymmetrien des Transformators im Einzelnen beschrieben werden können. In jedem Fall modelliert ein „PowerTransformer“ eine Gruppe physischer Geräte, die zusammenwirken, um Energie zwischen Anschlüssen und an einem physischen Ort umzuwandeln. Für Übertragungssysteme werden häufig drei physische einphasige Geräte durch eine „PowerTransformer“-Instanz dargestellt. Wenn Einzelheiten der einzelnen einphasigen Geräte benötigt werden, sollten zusätzlich die „TransformerTank“-Objekte modelliert werden.



Englisch	Deutsch
Implicit internal star node for PowerTransformer	Eingeschlossener Sternpunkt für „PowerTransformer“
Implicit internal star node for Tank	Eingeschlossener Sternpunkt für „Tank“
Terminal	Terminal
Tank	Tank

Bild 12 – Transformator- und Kesselmodell

Sowohl ein „PowerTransformer“ als auch ein „TransformerTank“ können eine Impedanz besitzen, die entweder mit einer angenommenen Sternschaltung mit besagter Mittelpunktschaltung beschrieben wird oder in Form einer Maschenimpedanz unter Anwendung der optionalen Klasse „TransformerMeshImpedance“. Die Form der Maschenimpedanz wird benötigt, um Transformatoren mit mehr als drei Anschlüssen genau zu modellieren. Bei Anwendung der Maschenimpedanzform wird für jede mögliche Verbindung zwischen Anschlüssen eine

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

„TransformerMeshImpedance“-Klasse festgelegt, folglich eine Instanz für zwei Anschlüsse, drei Instanzen für drei Anschlüsse, sechs Instanzen für vier Anschlüsse usw. Bei Anwendung der Sternschaltung können die Impedanzparameter direkt in der „PowerTransformerEnd“-Klasse festgelegt werden oder alternativ von Transformatoren unter Anwendung der Klasse „TransformerStarImpedance“ gemeinsam genutzt werden.

Wie in Bild 11 dargestellt, ist ein „PowerTransformer“ eine spezialisierte Klasse von „ConductingEquipment“, die wiederum eine spezialisierte Klasse von „Equipment“ ist. Dies wird durch eine Generalisierungsbeziehung dargestellt, bei der ein Pfeil auf die allgemeine Klasse zeigt. Durch die Vererbung kann „PowerTransformer“ Attribute von „ConductingEquipment“, „Equipment“ und von allen Generalisierungen von „Equipment“, die in Bild 11 nicht dargestellt sind, erben.

Ein „PowerTransformer“ weist auch Beziehungen zu „PowerTransformerEnd“ und „TransformerTank“ auf, die als Assoziationsbeziehungen modelliert werden. Wie gezeigt darf ein „PowerTransformer“ mit keinem oder mit mehreren „PowerTransformerEnds“ assoziiert werden, aber ein „PowerTransformerEnd“ darf nur mit keinem oder einem „PowerTransformer“ assoziiert werden. Genauso darf der „PowerTransformer“ mit keinem oder mehreren „TransformerTank“-Objekten assoziiert werden, aber ein „TransformerTank“ darf nur mit keinem oder nur einem „PowerTransformer“-Objekt assoziiert werden.

Das „PowerTransformerEnd“ spezialisiert die Klasse „TransformerEnd“, die auch andere Beziehungen aufweist:

- eine Generalisierungsbeziehung zu „IdentifiedObject“;
- zwei Assoziationsbeziehungen zur Klasse „TransformerMeshImpedance“, so dass ein „TransformerEnd“-Objekt „von“ 0, 1 oder mehr „TransformerMeshImpedance“-Objekten und „zu“ 0, 1 oder mehr „TransformerMeshImpedance“-Objekten assoziiert werden darf;
- Aggregationsbeziehungen mit den Klassen „PhaseTapChanger“ und „RatioTapChanger“, so dass ein „TransformerWinding“-Objekt mit 0 oder 1 „PhaseTapChanger“-Objekt(en) und 0 oder 1 „RatioTapChanger“-Objekt(en) assoziiert werden darf.

Für einen Übertragungsnetz-„PowerTransfomer“ mit zwei oder drei Enden erscheinen die Pi-Modell-Ersatzimpedanzen in den „PowerTransformerEnd“-Attributen „r“, „r0“, „x“, „x0“, „g“, „g0“, „b“ und „b0“. Sowohl „PowerTransformerEnd“ als auch die angeschlossene Anschlussklemme haben die Sequenznummern „TransformerEnd.endNumber“ und „ACDCTerminal.sequenceNumber“. Diese Nummern dürfen synchronisiert sein, sie müssen es jedoch nicht.

Bild 13 zeigt die UML für das Transformatormodell.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

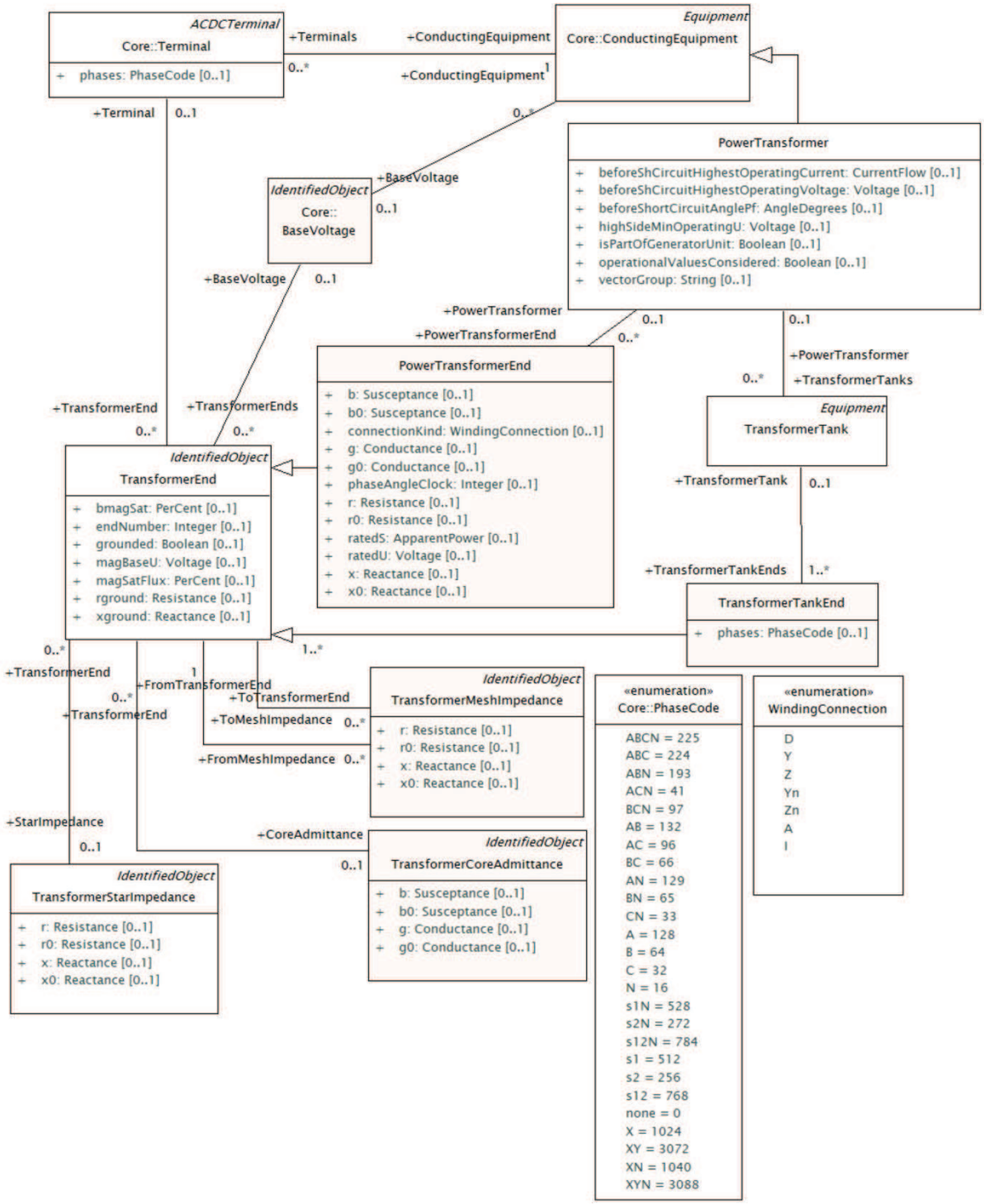


Bild 13 – Transformatormodell

4.5.7 Modellierung der Transformatorstufen

4.5.7.1 Verallgemeinerte Modellierung der Stufe

Vom CIM-Modell werden mehrere Typen von Transformatorstufenmodellen unterstützt. In Abhängigkeit vom technischen Aufbau müssen die Auswirkungen der Verschiebung der Transformatorstufe entweder anhand der Klasse „RatioTapChanger“ oder der Klasse „PhaseTapChanger“ und deren verschiedenen Spezialisierungen definiert. Der „PhaseTapChanger“ kann in mehreren verschiedenen Typen spezialisiert werden, die den

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

technischen Aufbau und damit das Verhalten darstellen. Die Attribute von „TapChanger“ gelten für alle Spezialisierungen von „RatioTapChanger“. Bild 14 zeigt das UML-Modell für die Transformatorstufen.

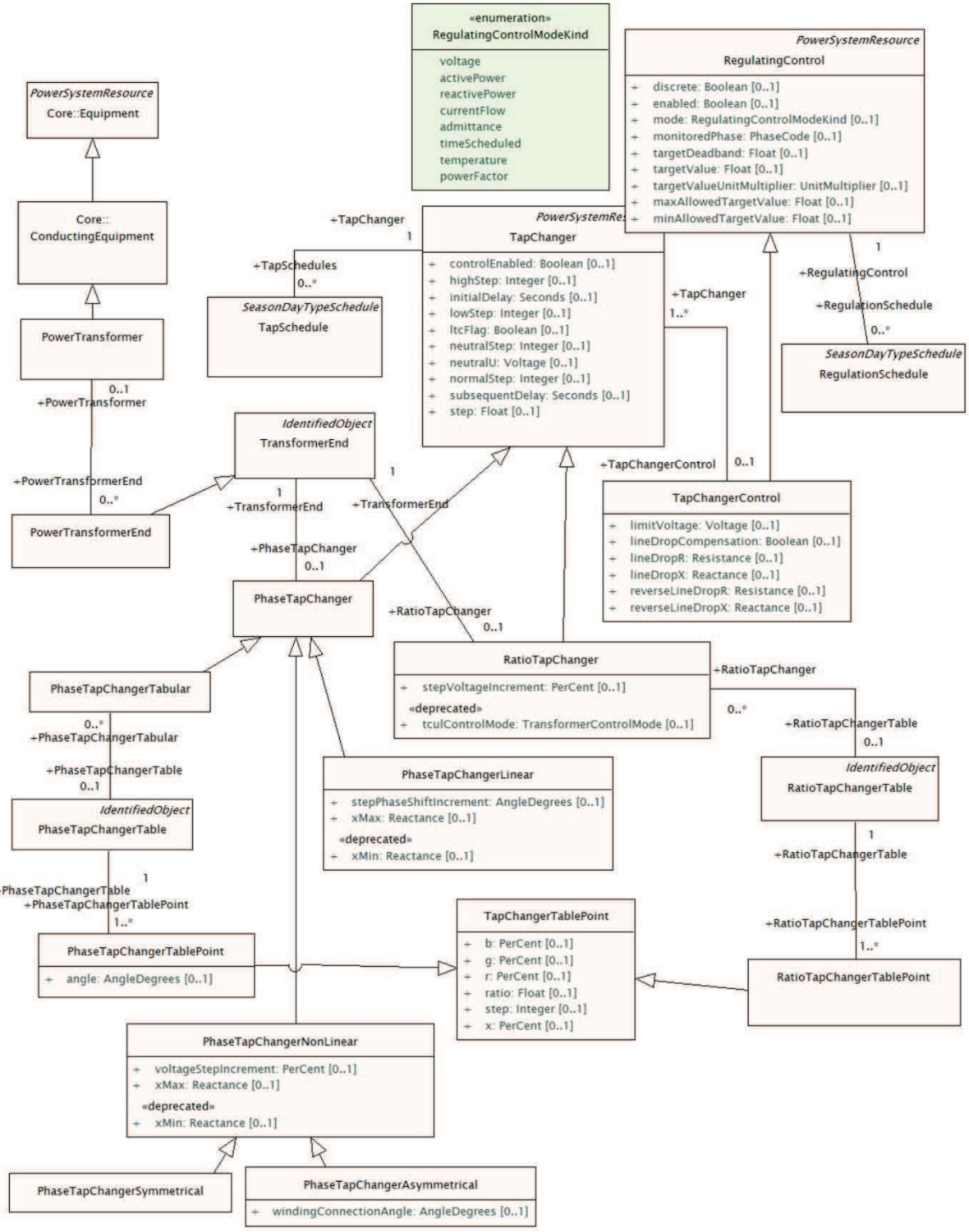


Bild 14 – Transformatorstufenmodell

In einem Netztransformator können mehrere Stufenschalter kombiniert werden, aber zur Vermeidung von Interpretationsproblemen darf an einem gegebenen Anschluss nur ein Stufenschalter zur Änderung der Phasenverschiebung und des Übersetzungsverhältnisses modelliert werden. Die Änderung des Übersetzungsverhältnisses oder der Phasenverschiebung in Bezug auf den (die) anderen Anschluss (Anschlüsse) wird unter der Annahme aufgezeichnet, dass diese Anschlüsse das Nennübersetzungsverhältnis

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

(1 PU) und die Nennphasenverschiebung (null) aufweisen. Tabellendarstellungen sind in Fällen erforderlich, in denen es notwendig ist, Stufenschalter zur Änderung der Phasenverschiebung und des Übersetzungsverhältnisses an einem Anschluss zu kombinieren, da sie die expliziten Werte der resultierenden Phasen und Winkel verdeutlichen.

Es können Tabellendarstellungen für Spannungswandler und Phasenschiebertransformatoren verwendet werden, wenn die verfügbaren CIM-Modelle das technische Verhalten nicht angemessen wiedergeben. Die Tabellenmodelle sind in anderen CIM-Stufenschaltermodellen optional. Mit Tabellenmodellen kann die Impedanzänderung über dem Bereich der Transformatorstufe beschrieben werden.

In 4.5.7.2 bis 4.5.7.7 werden die verschiedenen Stufenschaltermodelle detaillierter beschrieben.

4.5.7.2 Modellierung eines Spannungswandlers

Mit der Klasse „RatioTapChanger“ wird eine Transformatorstufe definiert, die das Spannungsverhältnis ändert, ohne den Phasenwinkel über dem Transformator zu verändern. Ein „RatioTapChanger“ darf in Fällen angewendet werden, in denen der Transformator von sich aus eine feste Phasenverschiebung einführt, wie z. B. aus einer Stern-Dreieck-Schaltung.

4.5.7.3 Tabellenmodell eines Spannungswandlers

Ein „RatioTapChangerTabular“ darf optional mit einem „RatioTapChanger“ assoziiert werden und darf eine nichtlineare Beziehung zwischen der Stufenanzahl, dem Stufenübersetzungsverhältnis und den Impedanzen darstellen. Wenn eine Assoziation vorliegt, hat das Tabellenmodell des Spannungswandlers Vorrang.

4.5.7.4 Modellierung eines linearen Phasenschiebertransformators

Ein Phasenschiebertransformator ist linear, wenn das Inkrement der Phasenverschiebung je Transformatorstufe und der Spannungsbetrag über dem gesamten Bereich des Stufenschalters konstant ist. Ein linearer Phasenschieber wird mithilfe der Klasse „PhaseTapChangerLinear“ modelliert.

4.5.7.5 Modellierung eines symmetrischen und asymmetrischen Phasenschiebers

4.5.7.5.1 Gemeinsame Informationen

Unterabschnitt 4.5.7.5 beschreibt eine Modellierung eines Phasenschiebertransformators (PST) (en: phase-shifting transformer) nach Typ und Technologie der Betriebsmittel, sowie insbesondere die Ersatz-Längs-Mitreaktanz der Phasenschieber als Funktion des Phasenverschiebungswinkels. In diesen speziellen Modellen werden die Widerstandswerte und magnetisierenden Ströme stets vernachlässigt.

Die Phasenschiebertransformatoren innerhalb von 4.5.7.5 werden wie in Tabelle 1 beschrieben den CIM-Klassen zugeordnet.

Tabelle 1 – Zuordnung der Phasenschiebertransformatoren zu CIM-Klassen

Phasenschiebertyp	CIM-Klasse
Allgemeine Anwendung	cim:PhaseTapChangerTabular
Symmetrische Phasenschieber	cim:PhaseTapChangerSymmetrical oder cim:PhaseTapChangerLinear
Asymmetrische Phasenschieber	cim:PhaseTapChangerAsymmetrical
Längsregeltransformator und symmetrischer Phasenschieber	cim:PhaseTapChangerSymmetrical und cim:RatioTapChanger
Längsregeltransformator und asymmetrischer Phasenschieber	cim:PhaseTapChangerAsymmetrical und cim:RatioTapChanger

Es wird dringend empfohlen, zum Austausch der PST-Parameter (cim:PhaseTapChangerTabular) Tabellendaten zu verwenden, anstatt die Parameter für jede Stufe je nach Modelltyp neu berechnen zu müssen.

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Die in den Formeln in 4.5.7.5 verwendeten Symbole werden den CIM-Klassen wie in Tabelle 2 beschrieben zugeordnet.

Tabelle 2 – Zuordnung der in Formeln verwendeten Symbole zu CIM-Attributen

Attribut Phasenschiebertransformator	CIM-Attribut
n	cim:PhaseTapChangerTablePoint.step
n_0	cim:TapChanger.neutralStep
δu	cim:PhaseTapChangerNonLinear.voltageStepIncrement
r	cim:TapChangerTablePoint.ratio
α	cim:PhaseTapChangerTablePoint.angle
$\delta\alpha$	cim:PhaseTapChangerLinear.stepPhaseShiftIncrement
$X(\alpha)$	cim:TapChangerTablePoint.x
$X(0)$	cim:PhaseTapChangerLinear.xMin oder cim:PhaseTapChangerNonLinear.xMin oder PowerTransformerEnd.x, da .xMin ein „abgelehntes“ („deprecated“) Attribut ist
$X(\alpha_{max})$	cim:PhaseTapChangerLinear.xMax oder cim:PhaseTapChangerNonLinear.xMax oder PowerTransformerEnd.x, da .xMin ein abgelehntes Attribut ist
θ	cim:PhaseTapChangerAsymmetrical.windingConnectionAngle

Die Impedanzänderung je nach Stufenstellung an einem Phasenschiebertransformator ist in Tabelle 3 festgelegt und die Variablen in Tabelle 4.

Tabelle 3 – Impedanzänderungen in einem Phasenschiebertransformator

Betriebsmitteltyp	Ersatz-Längsblindwiderstand als Funktion des Phasenverschiebungswinkels
Symmetrische Phasenschieber	$X(\alpha) = X(0) + \left(X(\alpha_{max}) - X(0)\right)\left(\frac{\sin(\alpha/2)}{\sin(\alpha_{max}/2)}\right)^2$
Asymmetrische Phasenschieber	$X(\alpha) = X(0) + \left(X(\alpha_{max}) - X(0)\right)\left(\frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_{max}}\frac{\sin\theta - \tan\alpha_{max}\cos\theta}{\sin\theta - \tan\alpha\cos\theta}\right)^2$
Längsregeltransformator und symmetrischer Phasenschieber	$X(r,\alpha) = X_r(r_{nom})\left(\frac{r}{r_{nom}}\right)^2 + X_\alpha(0) + \left(X_\alpha(\alpha_{max}) - X_\alpha(0)\right)\left(\frac{\sin(\alpha/2)}{\sin(\alpha_{max}/2)}\right)^2$
Längsregeltransformator und asymmetrischer Phasenschieber	$X(r,\alpha) = X_r(r_{nom})\left(\frac{r}{r_{nom}}\right)^2 + X_\alpha(0)$ $+ \left(X_\alpha(\alpha^0_{max}) - X_\alpha(0)\right)\left(\frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_{max}(r)}\frac{\sin\theta - \tan\alpha_{max}(r)\cos\theta}{\sin\theta - \tan\alpha\cos\theta}\right)^2$ $\alpha_{max}(r) = A\tan\left(\frac{\sin\theta}{\frac{r}{r_{nom}\tan\alpha^0_{max}}\left(\sin\theta - \tan\alpha^0_{max}\cos\theta\right) + \cos\theta}\right)$ mit und $\alpha^0_{max} = \alpha_{max}(r_{nom})$

Documents
Document Sharing Hub

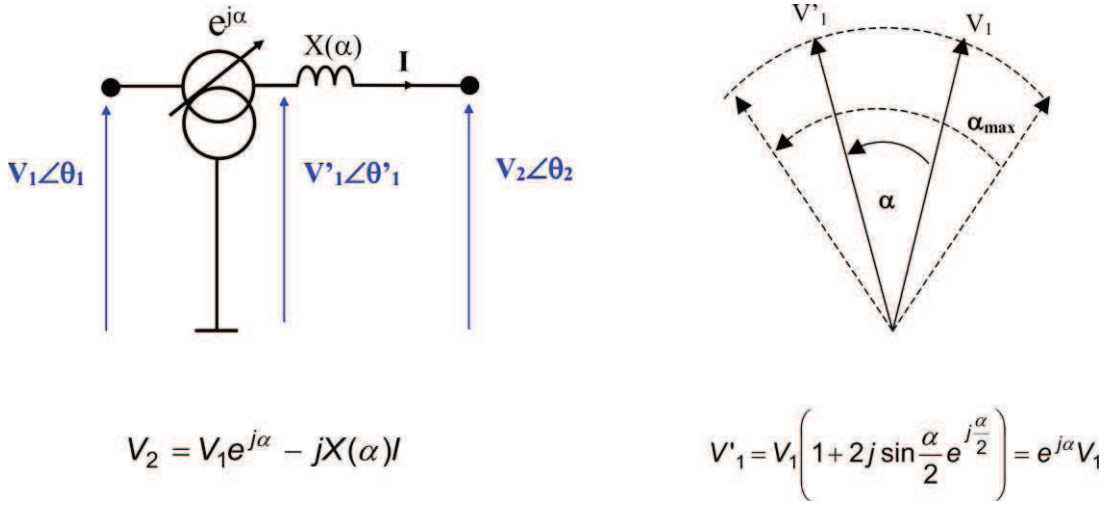
Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Tabelle 4 – Beschreibung der Variablen

Variable	Bedeutung
α_{max}	Höchste Phasenverschiebung: Winkel-Höchstwert aus der Phasenschieberwinkel-Tabelle
r_{nom}	Nennverhältnis des Längsregeltransformators
α^{0}_{max}	Höchste Phasenverschiebung, wenn das Verhältnis des Längsregeltransformators dem Nennwert entspricht

4.5.7.5.2 Symmetrische Phasenschieber

Zeigerdiagramm und Gleichungen sind in Bild 15 dargestellt.



$$V_2 = V_1 e^{j\alpha} - jX(\alpha)I \qquad V'_1 = V_1\left(1 + 2j\sin\frac{\alpha}{2}e^{j\frac{\alpha}{2}}\right) = e^{j\alpha}V_1$$

Bild 15 – Zeigerdiagramm und Gleichungen

Ausdruck von Winkel und Verhältnis je Stufe

Basierend auf Bild 15:

$$\alpha = (n - n_0)\cdot\delta\alpha \qquad \text{oder} \qquad \alpha = 2A\tan\left(\frac{(n - n_0)\cdot\delta u}{2}\right)$$

$$r = 1$$

Ausdruck des Ersatz-Längsblindwiderstandes mit vorgegebenem Winkel

Unter der Annahme, dass sich der Blindwiderstand der Regelwicklung als Quadrat der Anzahl der Windungen ändert, kann der Ersatz-Blindwiderstand für nicht delta-hexagonale Technologien folgendermaßen geschrieben werden:

$$X(\alpha) = X(0) + \left(X(\alpha_{max}) - X(0)\right)\left(\frac{\sin(\alpha/2)}{\sin(\alpha_{max}/2)}\right)^2$$

Parameter:

α_{max} höchste Phasenverschiebung

$X(0)$ Ersatz-Längsblindwiderstand bei null Phasenverschiebung $\alpha = 0$

$X(\alpha_{max})$ Ersatz-Längsblindwiderstand bei höchster Phasenverschiebung $\alpha = \alpha_{max}$

Documents
Document Sharing Hub

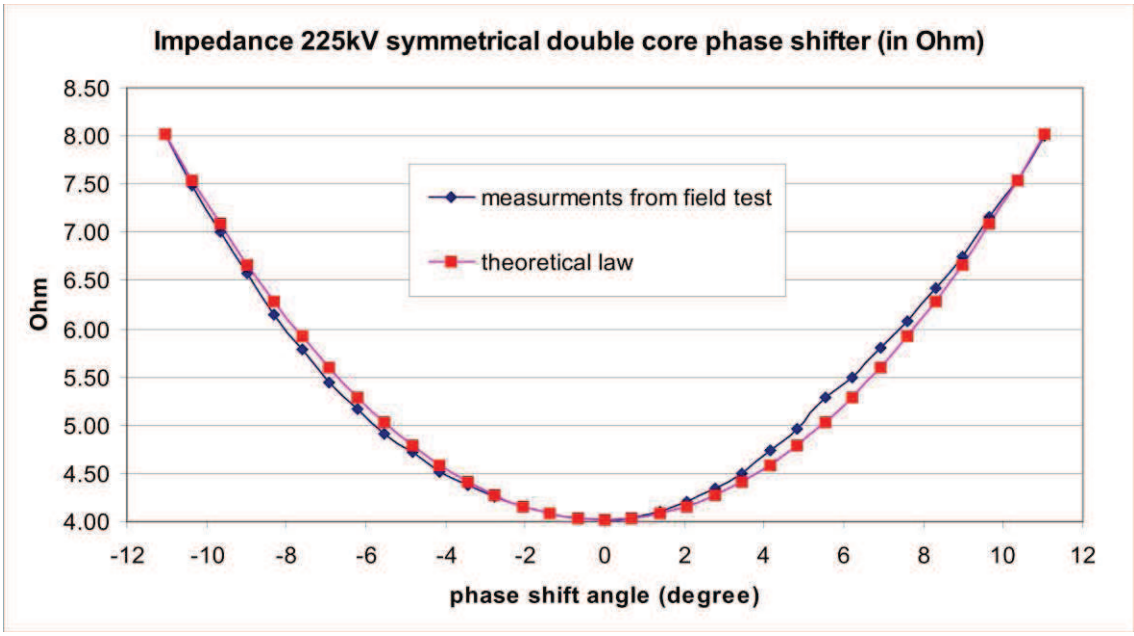
Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Variable:

α aktuelle Phasenverschiebung

Die obige Formel gilt für symmetrische Ein- oder Zweikern-Phasenschieber mit Ausnahme der Hexagonal-technologie.

Für symmetrische Einkern-Phasenschieber: $X(0) = 0$. Ein Beispiel für eine Impedanzänderung ist in Bild 16 dargestellt.



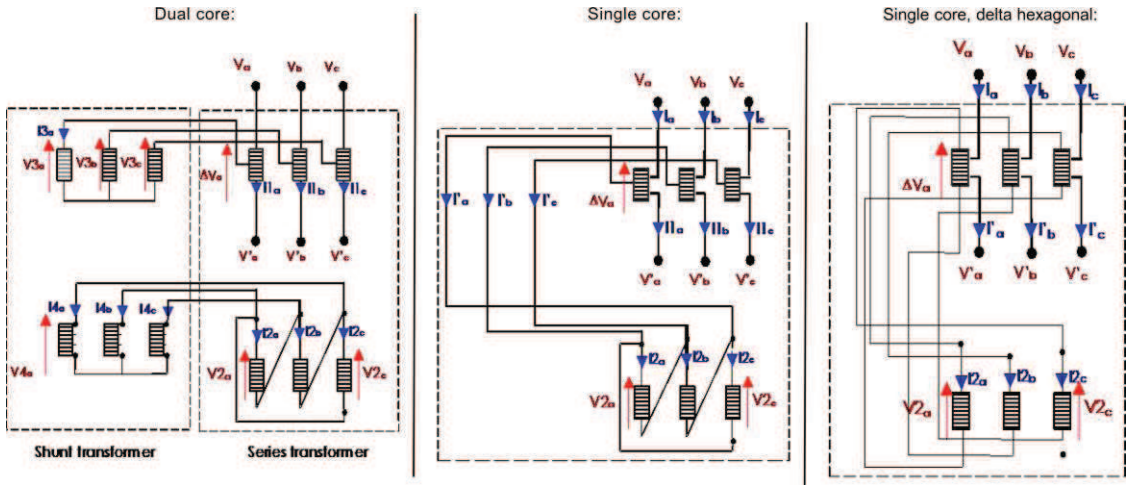
Englisch	Deutsch
Impedance 225kV symmetrical double core phase shifter (in Ohm)	Impedanz symmetrischer 225-kV-Zweikern-Phasenschieber (in Ohm)
measurements from field test	Messungen aus Feldtests
theoretical law	theoretisches Gesetz
phase shift angle (degree)	Phasenverschiebungswinkel (Grad)

Bild 16 – Symmetrische Phasenschieber-Impedanzänderung

Der Aufbau eines Dreiphasenkerns ist in Bild 17 dargestellt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

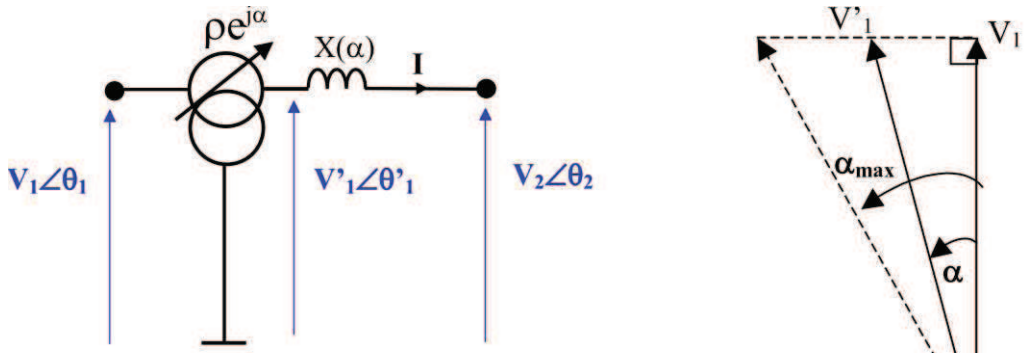


Englisch	Deutsch
Dual core:	Zweikern:
Single core:	Einkern:
Single core, delta hexagonal:	Einkern, Delta-hexagonal:
Shunt transformer	Erregertransformator
Series transformer	Zusatztransformator

Bild 17 – Kernaufbau

4.5.7.5.3 Phasenschiebertransformator

Zeigerdiagramm und Gleichungen sind in Bild 18 dargestellt.



$$V'_1 = V_1(1 + j\tan\alpha) = \rho e^{j\alpha} V_1$$

$$V_2 = V_1 \rho e^{j\alpha} - jX(\alpha)I$$

ρ and α vary with ρ.cos α = constant.

Englisch	Deutsch
ρ and α vary with ρ.cos α = constant.	ρ und α variieren bei ρ.cos α = konstant.

Bild 18 – Zeigerdiagramm und Gleichungen

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Ausdruck von Winkel und Verhältnis je Stufe

Basierend auf Bild 18:

$$\alpha = A\tan\left((n - n_0)\cdot \delta u\right)$$

$$r = \frac{1}{\sqrt{\left((n - n_0)\cdot \delta u\right)^2 + 1}}$$

Ausdruck des Ersatz-Längsblindwiderstandes mit vorgegebenem Winkel

Unter der Annahme, dass sich der Blindwiderstand der Regelwicklung als Quadrat der Anzahl der Windungen ändert, kann der Ersatz-Blindwiderstand des Phasenschiebertransformators folgendermaßen geschrieben werden.

$$X(\alpha) = X(0) + \left(X(\alpha_{max}) - X(0)\right)\left(\frac{\tan(\alpha)}{\tan(\alpha_{max})}\right)^2$$

Parameter:

α_{max} höchste Phasenverschiebung

$X(0)$ Ersatz-Längsblindwiderstand bei null Phasenverschiebung

$X(\alpha_{max})$ Ersatz-Längsblindwiderstand bei höchster Phasenverschiebung

Variable:

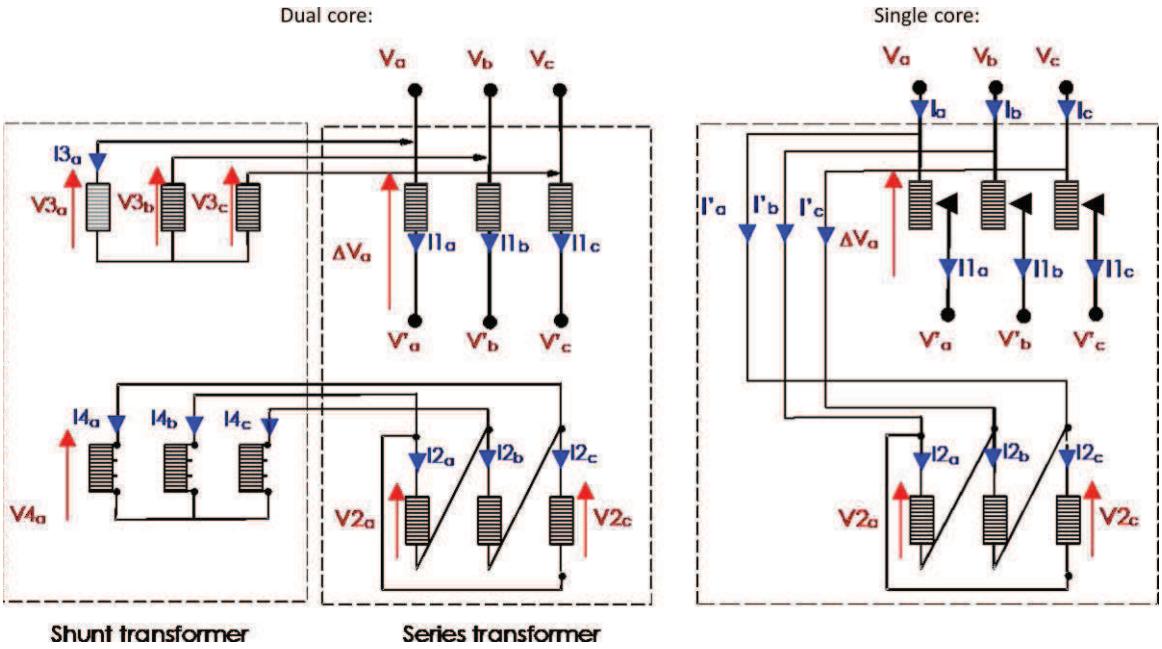
α aktuelle Phasenverschiebung

Für Einkern-Phasenschiebertransformatoren: $X(0) = 0$

Der Aufbau eines Dreiphasenkerns ist in Bild 19 dargestellt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06



Englisch	Deutsch
Dual core:	Zweikern:
Single core:	Einkern:
Shunt transformer	Erregertransformator
Series transformer	Zusatztransformator

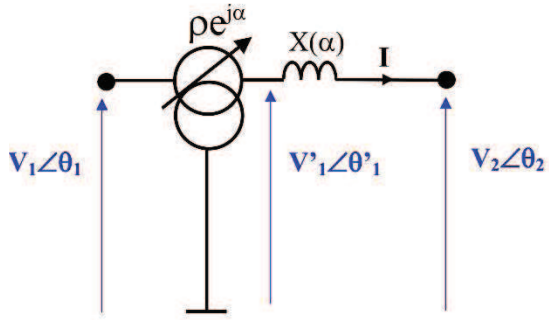
Bild 19 – Kernaufbau

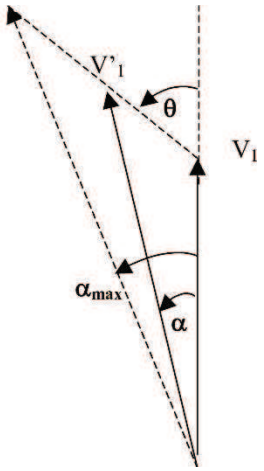
4.5.7.5.4 Modellierung eines asymmetrischen Phasenschiebers

Zeigerdiagramm und Gleichungen sind in Bild 20 dargestellt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06





$$V'_1 = V_1\left(1+e^{j\theta}\cdot\frac{\tan\alpha}{\sin\theta-\tan\alpha\cos\theta}\right)=\rho e^{j\alpha}V_1$$

$$V_2=V_1\cdot\rho e^{j\alpha}-jX(\alpha)I$$

θ is fixed, only α und ρ vary.

Englisch	Deutsch
Θ is fixed, only α and ρ vary.	Θ ist fest, nur α und ρ variieren.

Bild 20 – Zeigerdiagramm und Gleichungen

Ausdruck von Winkel und Verhältnis je Stufe

Basierend auf Bild 20:

$$\alpha = A\tan\left(\frac{(n-n_0)\cdot\delta u\cdot\sin\theta}{1+(n-n_0)\cdot\delta u\cdot\cos\theta}\right)$$

$$r = \frac{1}{\sqrt{((n-n_0)\cdot\delta u\cdot\sin\theta)^2+(1+(n-n_0)\cdot\delta u\cdot\sin\theta)^2}}$$

Ausdruck des Ersatz-Längsblindwiderstandes mit vorgegebenem Winkel

Unter der Annahme, dass sich der Blindwiderstand der Regelwicklung als Quadrat der Anzahl der Windungen ändert, kann der Ersatz-Blindwiderstand folgendermaßen geschrieben werden:

$$X(\alpha) = X(0)+\left(X(\alpha_{\max})-X(0)\right)\left(\frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_{\max}}\,\frac{\sin\theta-\tan\alpha_{\max}\cos\theta}{\sin\theta-\tan\alpha\cos\theta}\right)^2$$

Parameter:

$\alpha_{\max}$	höchste Phasenverschiebung
$X(0)$	Ersatz-Längsblindwiderstand bei null Phasenverschiebung
$X(\alpha_{\max})$	Ersatz-Längsblindwiderstand bei höchster Phasenverschiebung
θ	Boost-Spannungswinkel

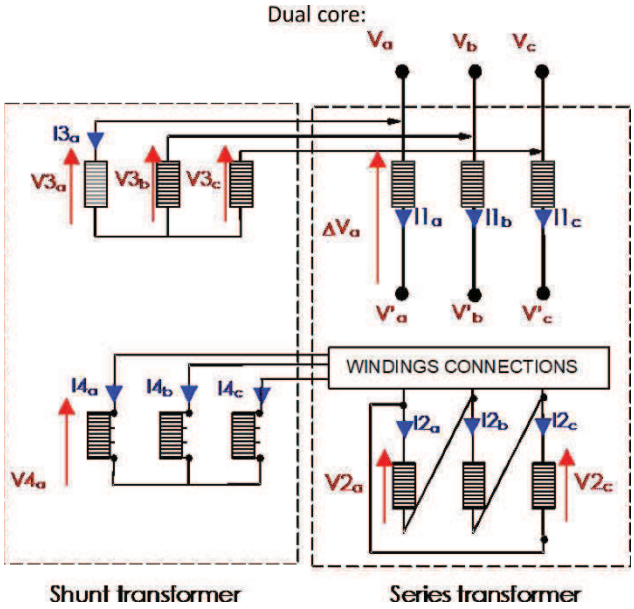
Variable:

α	aktuelle Phasenverschiebung

Der dreiphasige Aufbau ist in Bild 21 dargestellt.

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

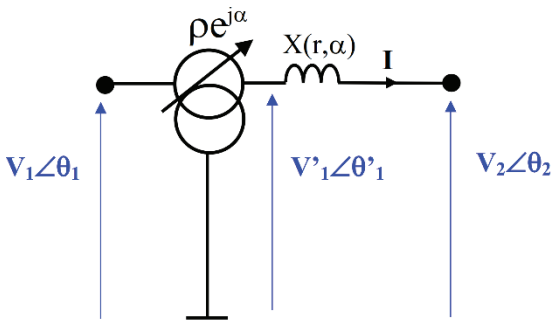


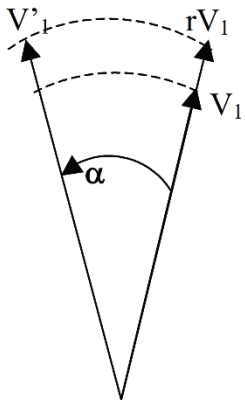
Englisch	Deutsch
Dual core:	Zweikern:
WINDINGS CONNECTIONS	WINDUNGSANSCHLÜSSE
Shunt transformer	Erregertransformator
Series transformer	Zusatztransformator

Bild 21 – Kernaufbau

4.5.7.5.5 Längsregeltransformator und symmetrischer Phasenschieber

Zeigerdiagramm und Gleichungen sind in Bild 22 dargestellt.





$$V_2=\rho V_1 e^{j\alpha} - jX(\alpha)I$$

$$V'_1=r.V_1\left(1+2j\sin\frac{\alpha}{2}e^{j\frac{\alpha}{2}}\right)=\rho e^{j\alpha}V_1$$

r and α vary, and ρ =r.

Englisch	Deutsch
r and α vary, and ρ=r.	r und α variieren, und ρ=r.

Bild 22 – Zeigerdiagramm und Gleichungen

Ausdruck von Winkel und Verhältnis je Stufe

Identisch zu 4.5.7.5.2 zuzüglich Längsregeltransformator-Verhältnis r.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Ersatz-Längsblindwiderstand mit vorgegebenem Winkel und Längsregeltransformator-Verhältnis;

Annahmen:

- der Blindwiderstand der Regelwicklung ändert sich als Quadrat der Anzahl der Windungen,
- der Ersatz-Blindwiderstand ist die Summe des Blindwiderstandes des Längsregeltransformators X_r und des Blindwiderstandes des Phasenschieberteils X_α,
- der Phasenverschiebungswinkel α hängt nicht vom Längsregelungsverhältnis r ab.

Der Ersatz-Längsblindwiderstand kann folgendermaßen geschrieben werden:

$$X(r,\alpha) = X_r(r_{nom})\left(\frac{r}{r_{nom}}\right)^2 + X_\alpha(0) + \left(X_\alpha(\alpha_{\max}) - X_\alpha(0)\right)\left(\frac{\sin(\alpha/2)}{\sin(\alpha_{\max}/2)}\right)^2$$

Parameter:

r_{nom} Nennverhältnis des Längsregeltransformators

$X_r(r_{nom})$ Ersatz-Längsblindwiderstand des Längsregeltransformators bei Nenn-Längsregelungsverhältnis

$\alpha_{\max}$ höchste Phasenverschiebung

X_α (0) Ersatz-Längsblindwiderstand des Phasenschieberteils bei null Phasenverschiebung

X_α ($\alpha_{\max}$) Ersatz-Längsblindwiderstand des Phasenschieberteils bei höchster Phasenverschiebung bei Nenn-Längsregelungsverhältnis (r_{nom})

Variablen:

r aktuelles Verhältnis des Längsregeltransformators

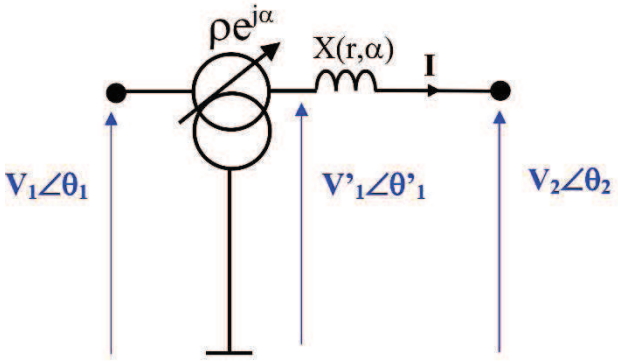
α aktuelle Phasenverschiebung

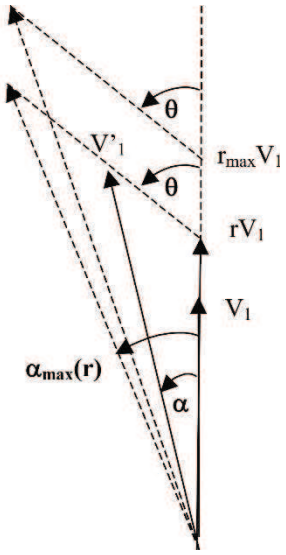
4.5.7.5.6 Längsregeltransformator und asymmetrischer Phasenschieber

Zeigerdiagramm und Gleichungen sind in Bild 23 dargestellt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06





$$V'_1 = rV_1\left(1+e^{j\theta}\cdot\frac{\tan\alpha}{\sin\theta-\tan\alpha\cos\theta}\right)=\rho e^{j\alpha}V_1$$

$$V_2=(V_1-jX(\alpha)I).\rho e^{j\alpha}$$

θ ist fixed, only r and α are variable, ρ variies as a consequence.

Englisch	Deutsch
Θ is fixed, only r and α are variables, ρ varies as a consequence.	Θ ist fest, nur r und α sind Variablen, ρ variiert somit.

Bild 23 – Zeigerdiagramme und Gleichungen

Ersatz-Längsblindwiderstand mit vorgegebenem Winkel und Längsregeltransformator-Verhältnis

Annahmen:

- der Blindwiderstand der Regelwicklung ändert sich als Quadrat der Anzahl der Windungen,
- der Ersatz-Blindwiderstand ist die Summe des Blindwiderstandes des Längsregeltransformators X_r und des Blindwiderstandes des Phasenschieberteils X_α.

Der Ersatz-Längsblindwiderstand kann folgendermaßen geschrieben werden:

$$X(r,\alpha)=X_r(r_{nom})\left(\frac{r}{r_{nom}}\right)^2+X_\alpha(0)+\left(X_\alpha(\alpha^0_{\max})-X_\alpha(0)\right)\left(\frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_{\max}(r)}\frac{\sin\theta-\tan\alpha_{\max}(r)\cos\theta}{\sin\theta-\tan\alpha\cos\theta}\right)^2$$

mit

$$\alpha_{\max}(r)=A\tan\left(\frac{\sin\theta}{\frac{r}{r_{nom}\tan\alpha^0_{\max}}\left(\sin\theta-\tan\alpha^0_{\max}\cos\theta\right)+\cos\theta}\right)$$

mit $\alpha^0_{\max}=\alpha_{\max}(r_{nom})$

Parameter:

r_{nom} Nennverhältnis des Längsregeltransformators

$X_r(r_{nom})$ Ersatz-Längsblindwiderstand des Längsregeltransformators bei Nenn-Längsregelungsverhältnis r_{nom}

θ fester Boost-Spannungswinkel

$\alpha^0_{\max}=\alpha_{\max}(r_{nom})$ höchste Phasenverschiebung für Nenn-Längsregelungsverhältnis (r_{nom})

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

X_α (0) Ersatz-Längsblindwiderstand des Phasenschieberteils bei null Phasenverschiebung

X_α (α^0_{max}) Ersatz-Längsblindwiderstand des Phasenschieberteils bei höchster Phasenverschiebung bei Nenn-Längsregelungsverhältnis (r_{nom})

Variablen:

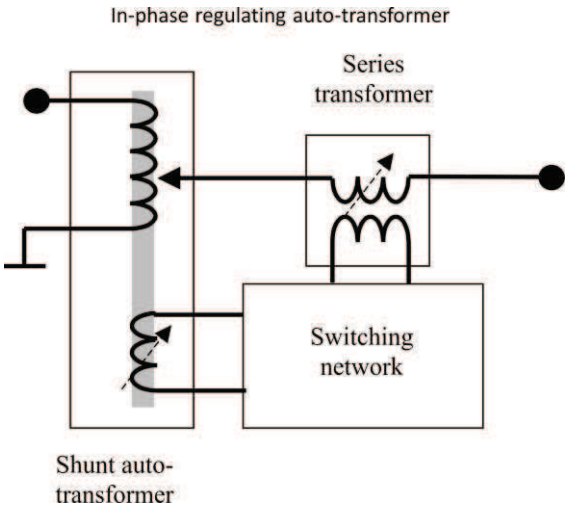
r aktuelles Verhältnis des Längsregeltransformators

α aktuelle Phasenverschiebung

Für $\theta = \pi/2$ (Phasenschiebertransformator):

$$\alpha_{max}(r) = A\tan\left(\frac{r_{nom}}{r}\tan\alpha^0_{max}\right)$$

Der dreiphasige Aufbau ist in Bild 24 dargestellt.



Englisch	Deutsch
In-phase regulating auto-transformer	Längsregelnder Spartransformator
Series transformer	Zusatztransformator
Switching network	Koppelnetz
Shunt auto-transformer	Erreger-Spartransformator

Bild 24 – Kernaufbau

Die Phasenverschiebungsregelung darf am Erreger- oder am Zusatztransformator ausgeführt werden.

4.5.7.6 Tabellenmodell eines Phasenschiebertransformators

„PhaseTapChangerTabular“ ist eine explizite Tabellendarstellung der Phasenverschiebung, des Verhältnisses und der Impedanzänderung über dem Stufenschalterbereich. „PhaseTapChangerTabular“ darf mit einer „PhaseTapChangerTable“ assoziiert werden, die eine nichtlineare Beziehung zwischen der Stufenanzahl, der Phasenverschiebung, den Verhältnissen und den Impedanzen darstellt.

4.5.7.7 Stufenschaltersteuerung

Die Steuerung der Stufenschalter in einer Lastflussanwendung geschieht über die Klasse „TapChangerControl“ und „TapChanger.ltcFlag“. Wenn ein „TapChanger“ eine „TapChanger-Control“ aufweist (referenziert als „TapChanger.TapChangerControl“), darf die Lastflussanwendung den Stufenschalter steuern. „TapChanger.ltcFlag“ enthält Informationen darüber, dass der „TapChanger“ über die physikalischen

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Fähigkeiten verfügt, die Stufe unter Last zu verschieben. Das Attribut wird auch in den Berechnungen in IEC 60909 verwendet.

Die Bedeutung der Kombinationen für „TapChanger.TapChangerControl“ und „TapChanger.ltcFlag“ sind in Tabelle 5 festgelegt.

Tabelle 5 – Steuerungsoptionen für Stufenschalter

TapChanger. ltcFlag	TapChanger. TapChangerControl	Beschreibung
Falsch	Nicht vorhanden	Eine reale und feste Stufe, die nicht gesteuert wird und nicht unter Last verschoben werden kann (manuelle Stufenschaltung). Der Lastfluss kann nicht so eingestellt werden, dass die Stufe zwecks Spannungssteuerung während der Berechnung geändert wird.
Wahr	Nicht vorhanden	Eine reale und feste Stufe, die nicht gesteuert wird, aber unter Last verschoben werden kann, z. B. manuell. Der Lastfluss kann nicht so eingestellt werden, dass die Stufe zwecks Spannungssteuerung während der Berechnung geändert wird. Der optimale Lastfluss hat ggf. Zugang zu diesen Stufen und ändert sie ggf. zur Optimierung. „State Estimator“ darf darüber hinaus die Schalterstellung einschätzen, um eine bessere Lösung für den Systemzustand zu finden.
Wahr	Vorhanden	Eine reale Stufe mit der Möglichkeit, Stufen bei aktivierter Spannungssteuerung/Wirkleistung (Lastfluss) automatisch zu ändern. Je nach „RegulatingControl.enabled“ und „TapChanger.controlEnabled“ in SSH muss der Lastfluss in die Regelung einbezogen werden oder nicht. In Fällen, in denen „RegulatingControl“ mit mehr als einem Stufenschalter oder anderen Geräten assoziiert ist, kann das Attribut „TapChanger.controlEnabled“ auf „falsch“ (en: false) gesetzt werden, um festzulegen, welche Stufen nicht aktiviert sind.
Falsch	Vorhanden	Ein künstlicher Stufenschalter kann das Steuerungsverhalten bei Lastfluss simulieren.

4.5.8 Modellierung des Phasenleiters

Die CIM-Modelle bieten ein Mittel, um eine äquivalente einpolige Darstellung von symmetrischen Dreiphasennetzen festzulegen, oder um zusätzlich und optional Einzelheiten einer einzelnen Phase festzulegen. In Einphasennetzen besteht eine direkte Entsprechung zwischen „Terminal“-Objekten und den Schaltungen der physischen Leitungen. Bei der einphasigen Darstellung symmetrischer Dreiphasennetze wird mit einem „Terminal“ die Gruppe der miteinander koordinierten Phasenverbindungen dargestellt. So können mit einem „Terminal“ mit dem Attribut „Terminal.phases“, das vom Aufzählungstyp „PhaseCode“ ist, eine oder mehrere koordinierte Phasenverbindungen festgelegt werden. „PhaseCode“ besitzt folgende mögliche Kombinationen der Phasenverbindung: ABC, ABCN, AB, BC, CA, A, B, C usw. Die Festlegung der Phasen an jedem Anschluss ermöglicht die Modellierung von Verbindungsleitungen oder Schaltern, die die gleichen oder verschiedene Phasen verbinden. Diese Festlegung der Phasenkonnektivität ist als eine nominelle oder normale Phasenfestlegung vorgesehen. Das Ergebnis der Erregungsquelle wird in dieser Festlegung nicht wiedergegeben. Diese Phasenfestlegung bietet ein Mittel für die lokale Verbindung gleicher Phasen. Bild 25 zeigt das Phasenleiter-Datenmodell.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

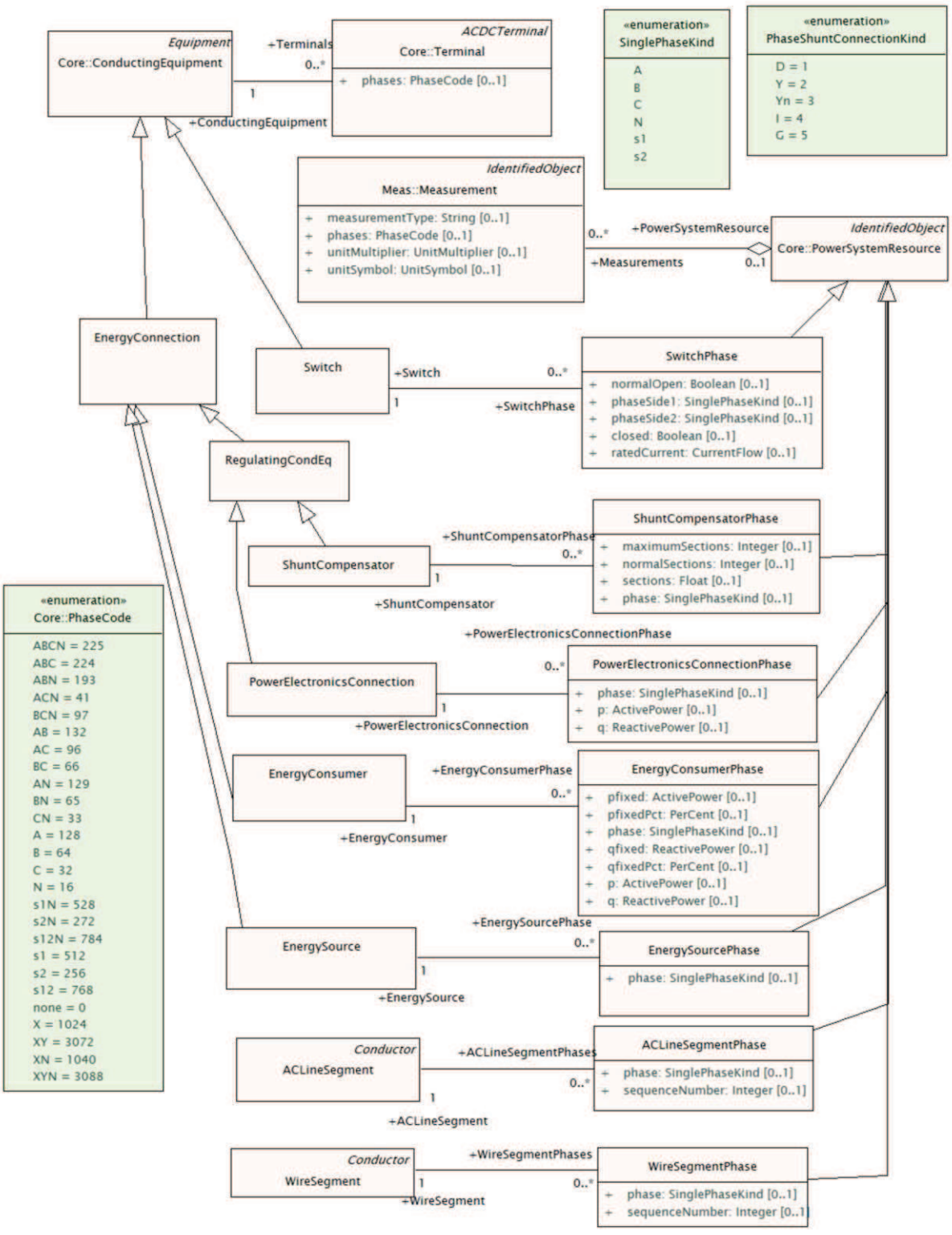


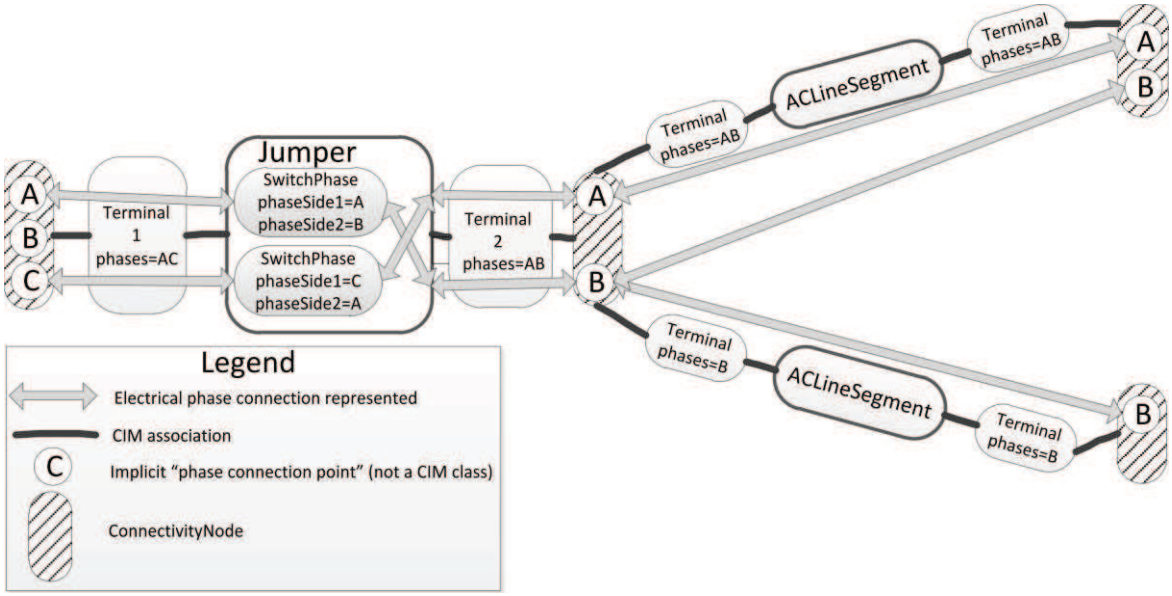
Bild 25 – Phasenleiter-Datenmodell

Bild 26 ist ein Beispiel für die Festlegung von Phasenverbindungen. Dieses Beispiel zeigt auf der linken Seite eine „ConnectivityNode“-Instanz mit den inbegriffenen Phasen A, B und C. Es ist zu beachten, dass „ConnectivityNode“ nicht dessen Phaseninhalt festlegt, sondern eher implizit die gleichen Phasen von Anschlüssen verbindet, die zum „ConnectivityNode“ gehören. Das Beispiel zeigt eine zweiphasige Verbindungsleitung („Jumper“), die auf der linken Seite („Terminal.sequenceNumber=1“) die Phasen A und C und auf der rechten Seite („Terminal.sequenceNumber=2“) die Phasen A und B verbindet, wobei die Verbindungsleitung intern „SwitchPhase“-Objekte modelliert, die genau festlegen, welche leitenden

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Phasenverbindungen bestehen. Das Attribut „Terminal.phases“ legt nur die äußeren Verbindungen eines Gerätes fest. Weiter rechts sind zwei Netzabschnitte angeschlossen. Der obere Netzabschnitt ist eine Zweiphasenleitung an den Phasen A und B. Der untere Netzabschnitt ist eine Einphasenleitung an der Phase B. Die dunklen Linien geben die CIM-Assoziationen an, während die helleren Pfeile die dargestellten elektrischen Verbindungen auf Phasenebene angeben.



Englisch	Deutsch
Jumper	Jumper
Terminal	Terminal
Legend	Legende
Electrical phase connection represented	dargestellte elektrische Phasenverbindung
CIM association	CIM-Assoziation
Implicit “phase connection point” (not a CIM class)	impliziter „Phasenanschluss“ (keine CIM-Klasse)

Bild 26 – Phasenkonnektivität

Zur Erläuterung sei angegeben, dass das Attribut „SwitchPhase“ mit der Bezeichnung „phaseSide1“ eine einzelne Phase (wie A, B, C oder N) festlegt und auf den „Terminal“ mit der „sequenceNumber“ 1 verweist. Das Attribut „SwitchPhase“ mit der Bezeichnung „phaseSide2“ verweist auf den „Terminal“ mit der „sequenceNumber“ 2.

Das Schaltermodell ermöglicht die allgemeine Modellierung von Phasenquerverbindungen innerhalb des Gerätes. Außerdem erfolgt im Transformatormodell explizit eine Modellierung der Phasenkonnektivität innerhalb des Gerätes. Dabei wird für alle anderen „ConductingEquipment“-Verzweigungsspezialisierungen wie „ACLineSegment“ die Verbindung der gleichen Phasen an beiden Anschlüssen angenommen. Das CIM-Modell ist offen für zukünftige Erweiterungen zur Einführung der inneren Phasenkonnektivität von Geräten.

4.5.9 Modellierung der Erdungsvorrichtung

4.5.9.1 Anwendungsfall zur Modellierung von Erdungsvorrichtungen

Diese Vorrichtungen haben einen wesentlichen Einfluss auf Kurzschlussströme bei unsymmetrischen Fehlern. Die Vorrichtungen werden im Betrieb mit Schaltern umgeschaltet, wenn die Schaltung des Transformators zur Leitung neu konfiguriert wird. Eine Petersen-Spule ist eine Erdstrom-Schutzdrossel, die in Wechselstrom-Leistungsübertragungssystemen eingesetzt wird, und die dafür ausgelegt ist, den Strom zu begrenzen, der von der Fehlerstelle zur Erde fließt, indem ein Blindstrom zur Erde eingerichtet wird, der den kapazitiven

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Außenleiter-Erde-Strom kompensiert. Darüber hinaus werden Petersen-Spulen so „abgestimmt“, dass sie dem Ladestrom, der von unsymmetrischen Fehlern erwartet wird, entsprechen. Die Impedanz der Petersen-Spulen kann durch Anpassen einer Stufenstellung wie bei einem Stufenschalter „abgestimmt“ werden. Diese Stufenstellung wird manchmal ferngemessen. Manchmal ist ein lineares Modell ausreichend, um die Stufenstellung dem Impedanzwert zuzuordnen, und manchmal wird eine Tabelle benötigt, um die nichtlineare Beziehung zwischen Stufenstellung und Impedanz wiederzugeben.

4.5.9.2 Modell

Der „EarthFaultCompensator“ ist ein bestimmter Typ eines abstrakten elektrischen Betriebsmittels, der der Modellierung von Erdungsvorrichtungen dient. Der „EarthFaultCompensator“ ist eine Spezialisierung von „ConductingEquipment“, da für einen Kurzschluss entsprechende Verbindungen vonnöten sind und sich ggf. verschiedene Schalter öffnen oder schließen, um die Konfiguration der Topologie zu ändern. Dies ist nicht dasselbe wie ein Zweig „ACLineSegment“, „ShuntCompensator“ oder „PowerTransformer“; es erfolgt keine Spannungsregelung und es liegt niemals eine Verbindung mit der Stern- oder Dreieckschaltung vor. Auch ein Neutralpunktbildner-Transformator mit Zickzackschaltung ist aufgrund der sonstigen Komplexitäten des Transformators ein „PowerTransformer“. Zwei Spezialisierungen dienen zur Handhabung von Vorrichtungen mit fester Impedanz (GroundingImpedance) und anpassbaren (variablen) Vorrichtungen mit Petersen-Spule („PetersenCoil“).

GroundingImpedance und „PetersenCoil“ werden auf die gleiche Weise wie andere Geräte mittels „Terminal“ verbunden. Das Attribut „phases“ bei „Terminal“ zeigt die Verbindung an der Neutralphase an. Für den „EarthFaultCompensator“ können ein oder zwei Anschlüsse modelliert werden. Wenn der zweite Anschluss eines „EarthFaultCompensator“ weggelassen wird, wird davon ausgegangen, dass der Anschluss direkt geerdet ist. Wenn es wichtig ist, eine bestimmte Art von Topologie oder Resistivität der örtlichen Erde auf der Masseseite der Vorrichtung zu modellieren, wird ein zweiter Anschluss hinzugefügt.

Wenn ein „PowerTransformer“ über eine Y-Verbindung an einem „Terminal“ (sekundär) verfügt und eine „PetersonCoil“ an diesem „Terminal“ angeschlossen ist, sollte das Attribut „phases“ am sekundären „Terminal“ von „PowerTransformer“ wie ABCN festgelegt sein, und der „Terminal“ von „PetersonCoil“ sollte mit Phase N festgelegt sein. Auf diese Weise kann das „ACLineSegment“ mit den Phasen ABC (Standard) verbunden werden, und die „PetersonCoil“ mit dem gleichen Transformer-„Terminal“, aber nur an der N-Phase. Es wird erwartet, dass alle „Terminals“ der „PetersonCoil“ nur über Phase N verfügen.

Wenn eine normale Modellierung eines Netzwerks ohne Neutralleiter erfolgt, wird das Petersen-Spulenmodell hinzugefügt, das Folgendes beinhaltet:

1) Hinzufügen der Phasen ABCN am Sekundäranschluss des Transformators zum Anschließen des Neutralleiters.
2) Hinzufügen eines „PetersenCoil“-Objekts mit zugehörigem „Terminal“ mit Phase N, denn da nur ein „Terminal“ modelliert ist, wird die „PetersenCoil“ als starr geerdet angenommen.
3) Assoziation des einzelnen „Terminal“ der „PetersenCoil“ mit dem „ConnectivityNode“ mit dem sekundären „Terminal“ am Transformator.

Für Erdungstrennschalter wird eine eigene Klasse („GroundDisconnector“) vorgesehen, da sich diese üblicherweise physikalisch deutlich von den meisten anderen Schaltern unterscheiden und bei Analysen des normalen Lastflusses zumeist nicht berücksichtigt werden. Ähnlich wie bei „PetersonCoils“ wird erwartet, dass alle Anschlüsse von „GroundDisconnector“ nur über Phase N verfügen. Das Datenmodell ist in Bild 27 dargestellt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

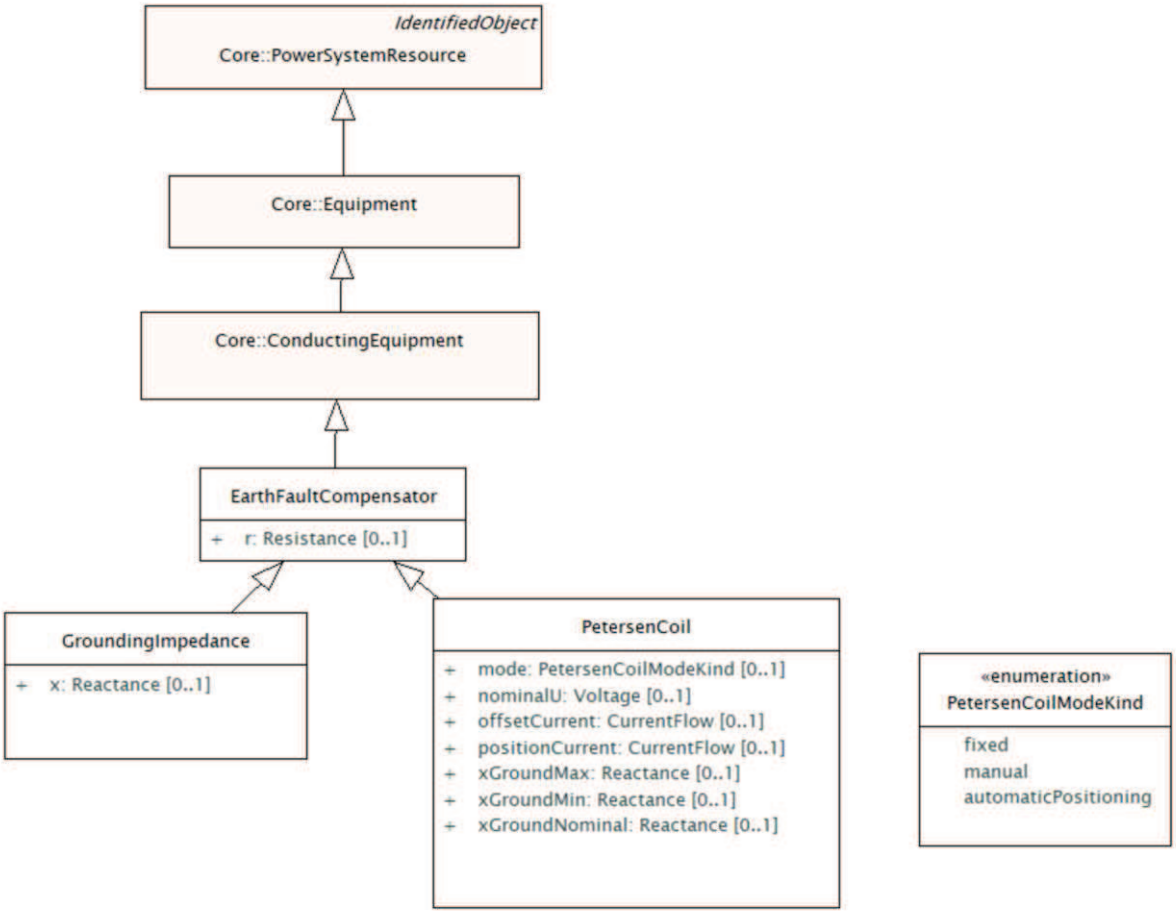


Bild 27 – Erdungsvorrichtung-Datenmodell

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

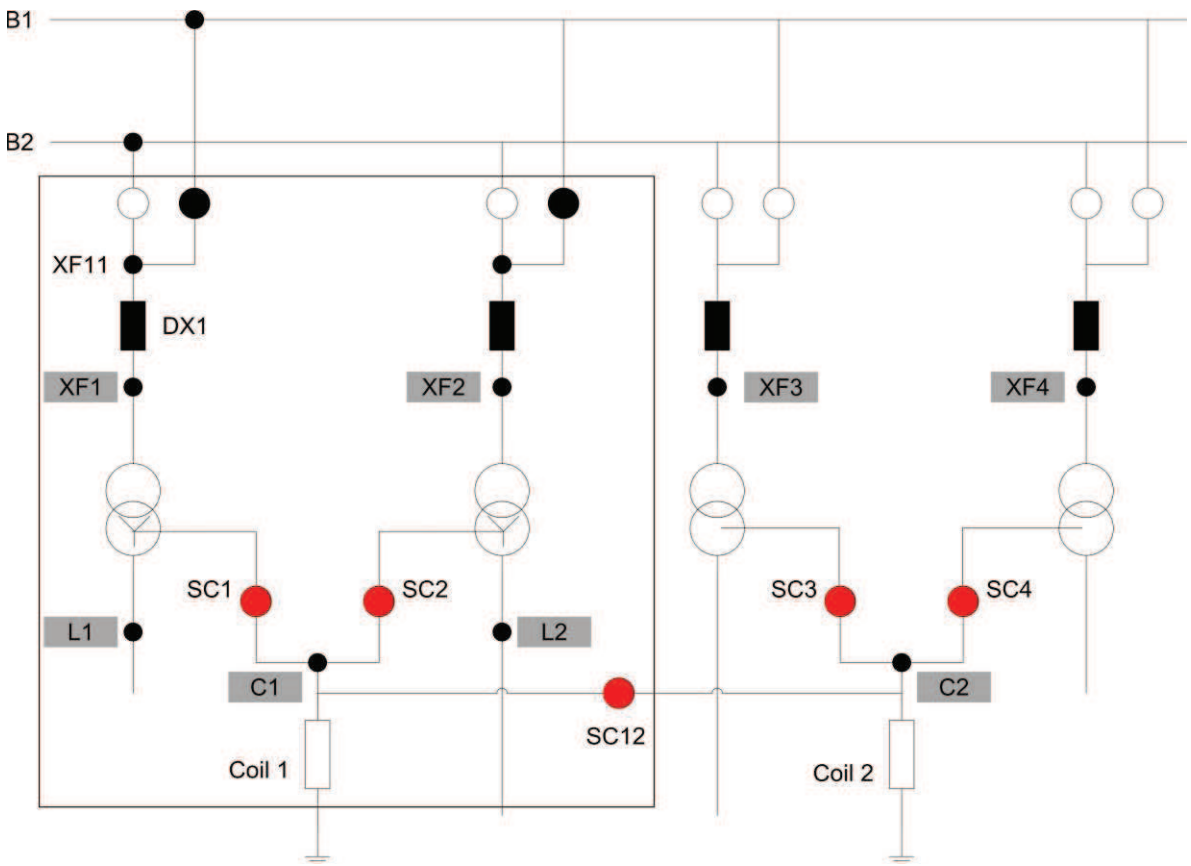


Bild 28 – Station mit Petersen-Spulen, Zeichnungsbeispiel

In dem oben angegebenen Beispiel sind SC1, SC2, SC3, SC4 und SC12 die Erdungskreis-Trennschalter. B1 und B2 sind Sammelschienenabschnitte. XF1, XF2, XF3, XF4, C1, C2, L1 und L2 sind Konnektivitätsknoten (en: connectivity node).

Der Erdungspunkt eines Transformators ist der Mittelpunkt der als Sternschaltung verschalteten Wicklungen, und die Erdungskreis-Trennschalter sind mit diesen Mittelpunkten verbunden. Im CIM wird der Mittelpunkt anhand des „Phasing“-Attributes des „Terminal“ an den per Sternschaltung verschalteten Wicklungen beschrieben. Das bedeutet, dass Erdungskreisschalter mit Konnektivitätsknoten an dem „Terminal“ mit den per Sternschaltung verschalteten Wicklungen verbunden sind. In Bild 28 bedeutet dies, dass SC1 mit L1 und SC2 mit L2 verbunden ist, sowie dass L1/L2 die Phasen ABC und den Neutralleiter (N-Phase) für den Mittelpunkt aufweisen.

4.5.9.3 Modellbeispiel für eine CIM-Instanz

Die „PetersenCoil“, die zuvor in Bild 28 dargestellt wurde, wird in Bild 29 mit nur einem Anschluss und implizit enthaltener Erdung modelliert.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

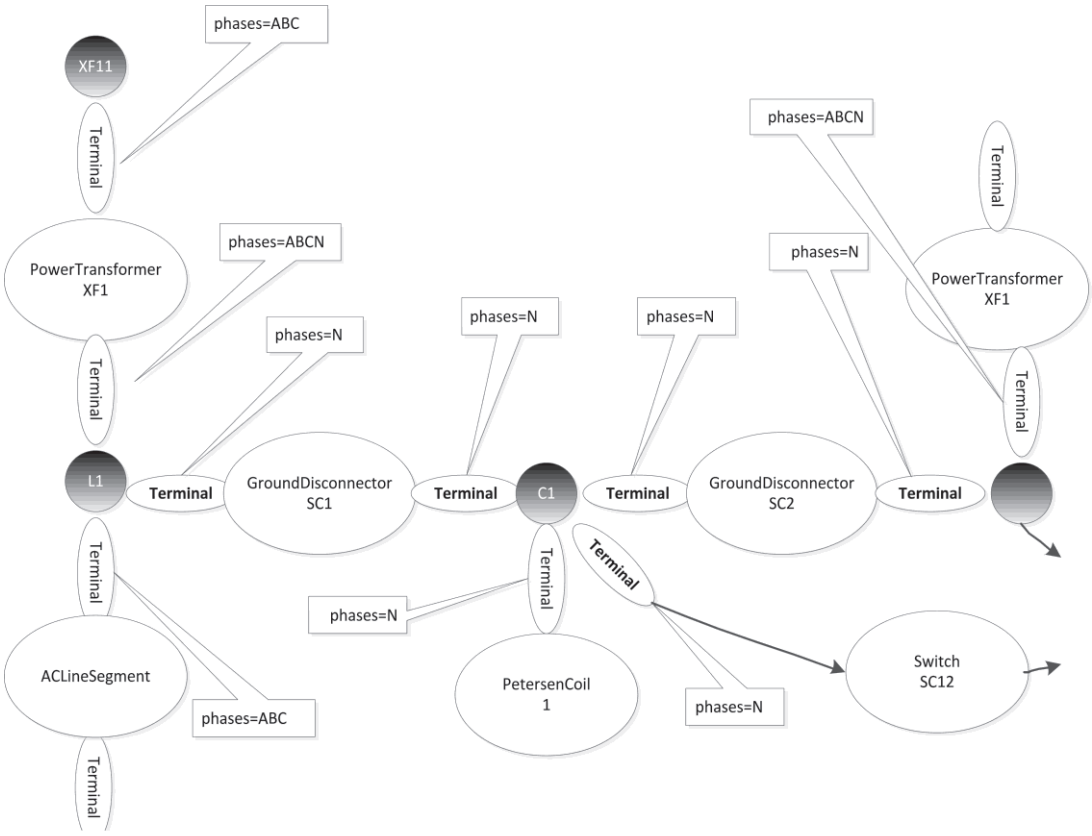


Bild 29 – Instanzdiagrammobjekte mit einer Spule am Anschluss

In Bild 29 ist dargestellt, dass der Erdungstrennschalter SC1 über einen „Terminal“ mit N-Phase verfügt und der an L1 angeschlossene Transformator-„Terminal“ über die Phasen ABCN.

4.5.10 „Cut“-, „Clamp“- und „Jumper“-Modell

Das UML-Modell für Trennstellen („Cuts“) und Verbindungsleitungen („Jumpers“) an einem Netzabschnitt sowie die zusätzlichen Verbindungen sind in Bild 30 beschrieben. Die Klasse „Jumper“ ist eine Spezialisierung der allgemeineren Klasse „Switch“ und für Phasenkreuzungen und die Phasenkonnektivität nach der Darstellung in Bild 26 vorgesehen. Die Verbindungsleitungen können folglich Anschlüsse auf die übliche Art und Weise verbinden. Die CIM-Klassen „Cut“ und „Clamp“ bieten Mittel zur wirksamen Hinzufügung von „Terminals“ zu einem „ACLineSegment“ in einem festgelegten Abstand in der Fortführung der Leitung durch Assoziieren neuer CIM-Objekte mit einem „ACLineSegment“-Objekt ohne eine weitere Modifikation des Bestandsmodells von „ACLineSegment“. Jede „Clamp“-Instanz führt einen neuen Anschluss ein, der im festgelegten Abstand in der Fortführung der Leitung und ohne Unterbrechung der Leitung angeschlossen wird. Jede „Cut“-Instanz führt zwei neue Anschlüsse ein, die jeweils die Enden der Trennstelle sind. Vereinbarungsgemäß wird jeder Anschluss einer Trennstelle zum „ACLineSegment“-Anschluss mit der gleichen „sequenceNumber“ hin ausgerichtet. Ist die Trennstelle offen, erfolgt durch das „ACLineSegment“ über den Punkt der Trennstelle kein Durchfluss, es kann aber ein Durchfluss auf einer der beiden Seiten des „ACLineSegment“ und durch den entsprechenden Anschluss der Trennstelle erfolgen. In der Regel werden Verbindungsleitungen an die Enden von Trennstellen angeschlossen, aber sie können auch auf die übliche Art und Weise unter Anwendung von „ConnectivityNode“ oder „TopologicalNode“ mit jedem Typ von elektrischem Betriebsmittel verbunden werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

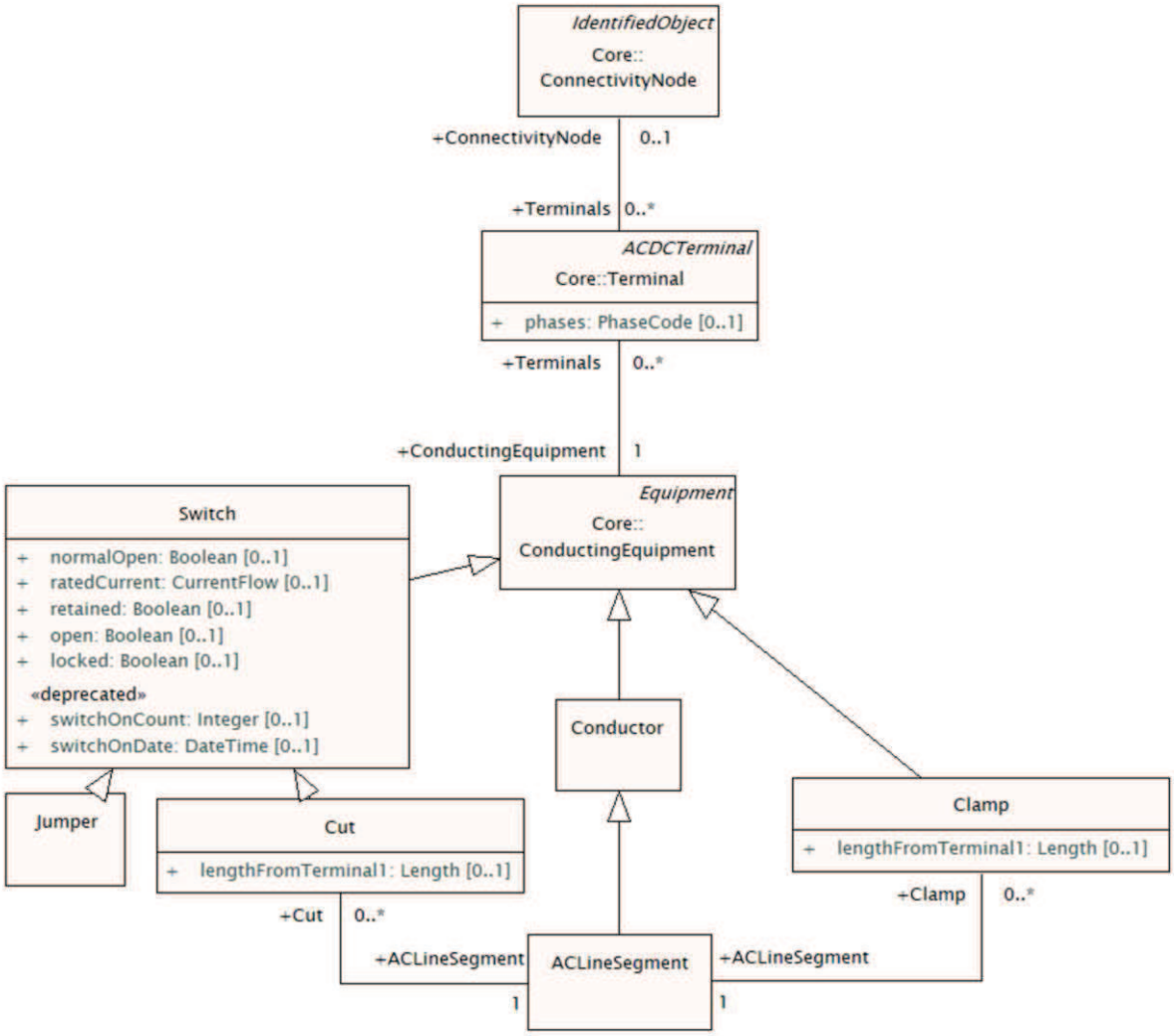
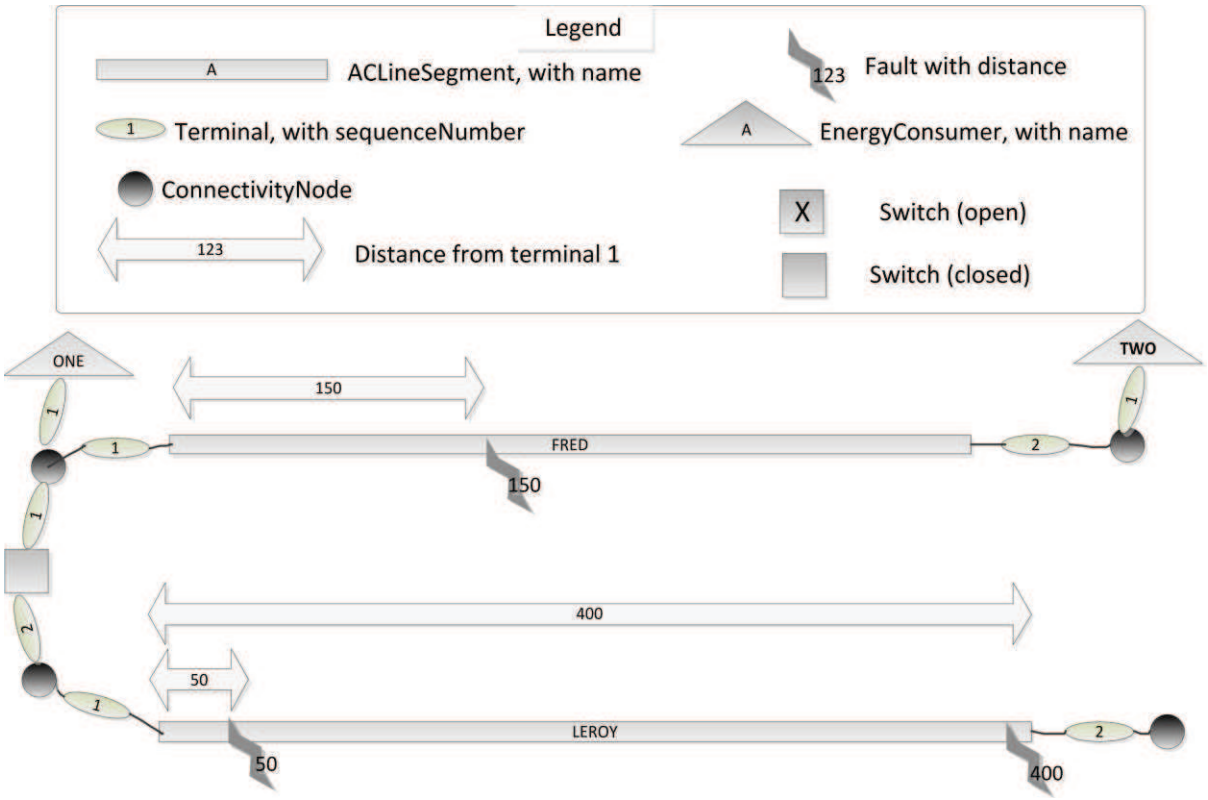


Bild 30 – „Cut“-, „Clamp“- und „Jumper“-UML-Modell

Ein Beispiel für die Hinzufügung von Trennstellen und Klemmen (Clamps) zu einem bestehenden CIM-Modell ist in Bild 31 und Bild 32 dargestellt. Bild 31 zeigt zwei physisch parallele Netzabschnitte mit den Bezeichnungen FRED und LEROY. Bei diesem Beispiel wird das System von rechts versorgt, der Schalter auf der linken Seite ist geschlossen und die Lasten mit den Bezeichnungen EINS (en: ONE) und ZWEI (en: TWO) werden gespeist. Dann werden in den festgelegten Abständen von Terminal 1 in den entsprechenden Netzabschnitten drei Fehler eingeführt. In diesem Beispiel sind der Einfachheit halber keine Einzelheiten über die Phase angegeben, diese können aber mit dem gleichen Ansatz, der in 4.5.8 beschrieben ist, modelliert werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06



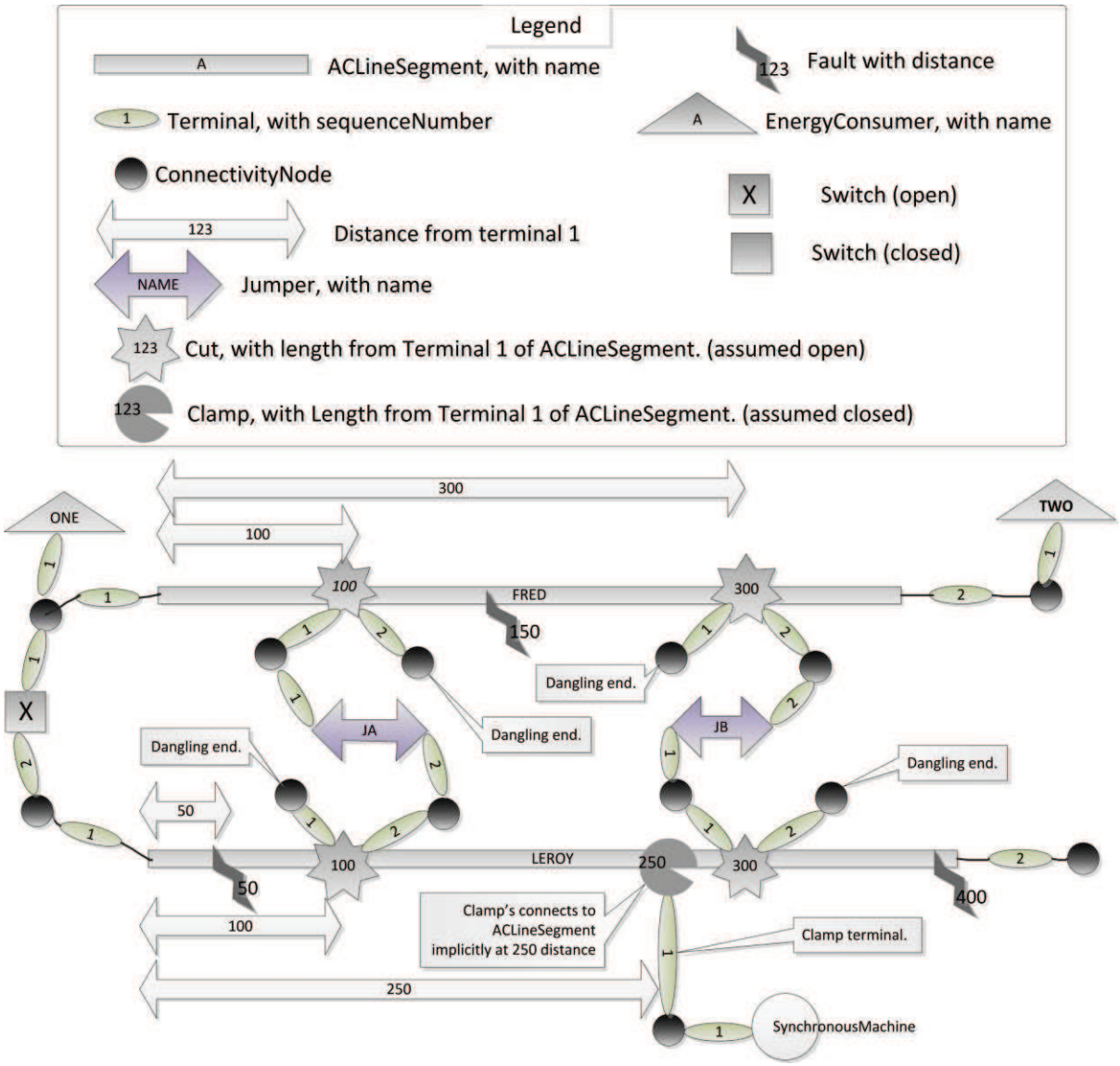
Englisch	Deutsch
Legend	Legende
ACLineSegment, with name	„ACLineSegment“, mit Name
Fault with distance	Fehler mit Abstand
Terminal, with sequenceNumber	„Terminal“, mit „sequenceNumber“
EnergyConsumer, with name	„EnergyConsumer“, mit Name
Distance from terminal 1	Abstand von „Terminal 1“
Switch (open)	Schalter (offen)
Switch (closed)	Schalter (geschlossen)
ONE	EINS
TWO	ZWEI

Bild 31 – Beispiel vor dem Anlegen von Trennstellen und Verbindungsleitungen

In Bild 32 wird gezeigt, wie sich nur durch die Hinzufügung von „Cut“, „ConnectivityNode“, „Jumper“, „Clamp“ und möglicherweise anderen elektrischen Betriebsmitteln Modelländerungen ergeben können, die typische vorübergehend durchzuführende Arbeiten widerspiegeln. Die gleichen Modelle können auch für dauerhafte Modelländerungen angewendet werden. Das Beispiel zeigt, wie in einem bestimmten Abstand angewendete Trennstellen die Fehler isolieren können, wobei die fehlerbehafteten Enden der Trennstellen frei hängen gelassen werden, während das verbleibende Netz zur Speisung der Lasten verbunden ist. Dieses Beispiel legt auch dar, wie mehrere Trennstellen an einem Netzabschnitt angewendet werden können. Es sind offene Trennstellen dargestellt, wenn aber eine Trennstelle geschlossen wird, kann der Durchfluss durch das „ACLineSegment“ fortgeführt werden, wobei ein Teil des Durchflusses möglicherweise zu den Anschlüssen der Trennstelle umgeleitet wird, wie es etwa bei einer Klemme der Fall ist.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06



Englisch	Deutsch
Legend	Legende
ACLineSegment, with name	„ACLineSegment“, mit Name
Fault with distance	Fehler mit Abstand
Terminal, with sequenceNumber	„Terminal“, mit „sequenceNumber“
EnergyConsumer, with name	„EnergyConsumer“, mit Name
Distance from terminal 1	Abstand von „Terminal 1“
Switch (open)	Schalter (offen)
Switch (closed)	Schalter (geschlossen)
Jumper, with name	„Jumper“, mit Name
Cut, with length from Terminal 1 of ACLineSegment. (assumed open)	„Cut“, mit Länge von „Terminal 1“ von „ACLineSegment“ (als offen angenommen
Clamp, with Length from Terminal 1 of ACLineSegment. (assumed closed)	„Cut“, mit Länge von „Terminal 1“ von „ACLineSegment“ (als offen angenommen)
ONE	EINS
TWO	ZWEI
Dangling end.	frei hängendes Ende
Clamp's connects to ACLineSegment implicitly at 250 distance	Mit „ACLineSegment“ verbundene Klemme bei einem Abstand von 250
Clamp terminal.	Anschlussklemme

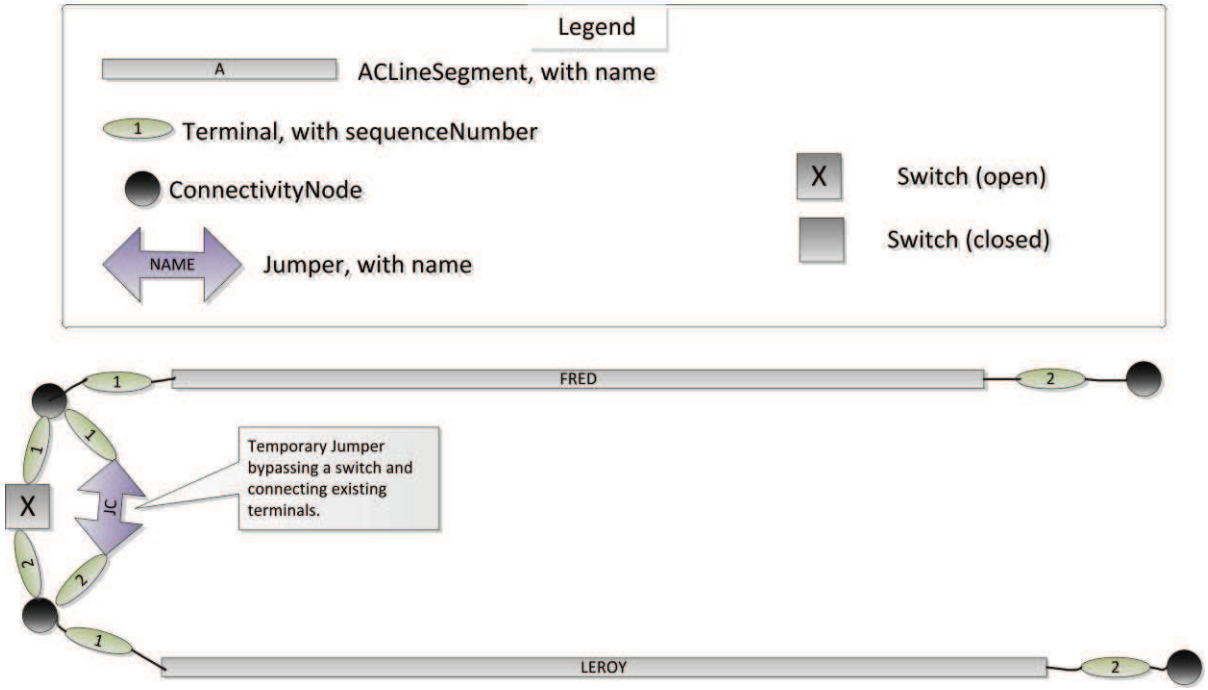
Bild 32 – Beispiel nach dem Anlegen von Trennstellen und Verbindungsleitungen

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Eine Trennstelle stellt zwei Anschlüsse bereit, und obwohl es in dem Beispiel nicht dargestellt ist, können Verbindungen zu einem der beiden oder zu beiden Anschlüssen der Trennstelle hergestellt werden. Ein Beispiel könnte z. B. das Einführen einer Trennstelle und die Verbindung beider Anschlüsse der Trennstelle mit einer Verbindungsleitung sein, die die Phasen kreuzt.

Eine Verbindungsleitung darf dann ohne Klemmen oder Trennstellen angewendet werden, wenn vorhandene Anschlüsse zu verbinden sind. Bild 33 zeigt ein Beispiel für die Anwendung einer Verbindungsleitung ohne Trennstelle oder Verbindungsleitung. In diesem Fall kann eine zeitweilige Verbindungsleitung zur Umgehung eines Schalters angewendet werden, der gerade gewartet wird.



Englisch	Deutsch
Legend	Legende
ACLineSegment, with name	„ACLineSegment“, mit Name
Terminal, with sequenceNumber	„Terminal“, mit „sequenceNumber“
Switch (open)	Schalter (offen)
Jumper, with name	„Jumper“, mit Name
Switch (closed)	Schalter (geschlossen)
Temporary Jumper bypassing a switch and connecting existing terminals.	Zeitweilige Verbindungsleitung, die einen Schalter umgeht und vorhandene Anschlüsse verbindet

Bild 33 – Beispiel für eine Verbindungsleitung ohne Trennstelle oder Klemme

4.5.11 Messungen und Regelungen bzw. Steuerungen

4.5.11.1 Überblick über „Measurement“

„Measurement“ werden verwendet, um die in industriellen Prozessen vorkommenden Zustandsvariablen abzubilden. In jedem industriellen Prozess werden eigene spezifische Arten von Messungen durchgeführt. Ein Energieversorgungssystem weist in der Regel Lastflüsse, Spannungen, Stellungen (z. B. Leistungsschalter, Trennschalter), Fehlzustandsanzeigen (Luftdruck, Öldruck, Übertemperatur usw.), Zähler (z. B. Energie) usw. auf.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Die Bezeichnung „Measurement“ (Messung) lässt vermuten, dass alle Zustandsvariablen gemessen werden. Dies ist jedoch nicht immer zwingend der Fall, da viele Messwerte von SCADA- oder EMS-/DMS-Funktionen, wie z. B. „State Estimator“ oder „Power Flow“, berechnet werden. Folglich darf eine Messung mehrere alternative Werte aufweisen (z. B. manuell bereitgestellt, ferngemessen, über den Zustandsschätzer erfasst, optimiert usw.). Dies wird durch die „Measurement“- und „MeasurementValue“-Modelle im Paket „Meas“ unterstützt. Die Klassen im Paket „StateVariables“ wurden dem CIM-Modell insbesondere dafür hinzugefügt, um den Austausch von Werten, die von Funktionen wie „State Estimator“ und „Power Flow“ berechnet wurden, zu unterstützen.

Das „Measurement“-Modell erlaubt damit optional die Festlegung der spezifischen Phasen einer Messung.

4.5.11.2 Überblick über „Control“

„Controls“ werden verwendet, um Regelvariablen abzubilden. Regelvariablen eines Energieversorgungssystems sind typischerweise Sollwerte, Auf- und Ab-Befehle, SBO-Befehle (en: select before operate; de: Anwahl vor Ausführung), An-/Aus-Befehle usw. Das Paket „Meas“ unterstützt Regelvariablen durch das „Control“-Modell.

4.5.11.3 Verwendung von messungsbezogenen Klassen

Eine „PowerSystemResource“ (PSR) darf mit null bis hin zu vielen Messungen assoziiert sein, indem sie eine oder mehrere Messungen enthält. Jede Messung darf einen oder mehrere Messwerte aufweisen. Durch die Einhaltung der folgenden Grundsätze wird es Anwendungen ermöglicht, die benötigten Messwerte auf einheitliche Weise zu finden und zu ihnen zu navigieren (siehe Bild 34):

a) „Measurements“ einer „PowerSystemResource“ werden durch das Attribut „measurementType“ klassifiziert. Die für „Measurement.measurementType“ zu verwendenden Werte sind in Tabelle 6 festgelegt.

b) „MeasurementValues“ einer „Measurement“ werden anhand des „MeasurementValueSource“ klassifiziert.

c) „MeasurementValueSource“ erbt von „IdentifiedObject“. Die für „MeasurementValueSource.name“ zu verwendenden Werte sind in Tabelle 7 angegeben. Diese Tabelle stellt mehrere Quellennamen bereit, die soweit möglich zu verwenden sind. Die genauen Bezeichnungen, die für spezifische Anwendungen zu verwenden sind, sind allerdings in den zugehörigen „Component Interface Specifications“ (CIS) in IEC 61970 festgelegt.

d) Die Tabellen dürfen für anwendereigene Zwecke erweitert werden. Hinzugefügte Bezeichnungen müssen mit einem einheitlichen Namen (z. B. dem Unternehmensnamen) und einem Unterstrich beginnen. Beispiel: „xyz_AverageTemperature“.

e) „ValueAliasSet“ wird für diskrete Messungen verwendet und beschreibt Zuordnungen von Werten zu symbolischen Namen, z. B. Aufzählungsliterale mit spezifischen ganzzahligen Werten. Die verschiedenen Kommunikationsprotokolle (z. B. für RTUs (en: remote terminal units) und für Netzleitstellen wie ICCP oder ELCOM) verwenden unterschiedliche Datencodierungen. Ein System darf über eine systemweite Zuordnung für alle diskreten Werte verfügen oder die diskreten Werte gruppieren und gruppenweise zuordnen. Die Erstellung einer einzelnen systemweiten Zuordnung, die die vorhandenen Kommunikationsprotokolle abdeckt, liegt außerhalb des Anwendungsbereiches dieses Dokuments.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

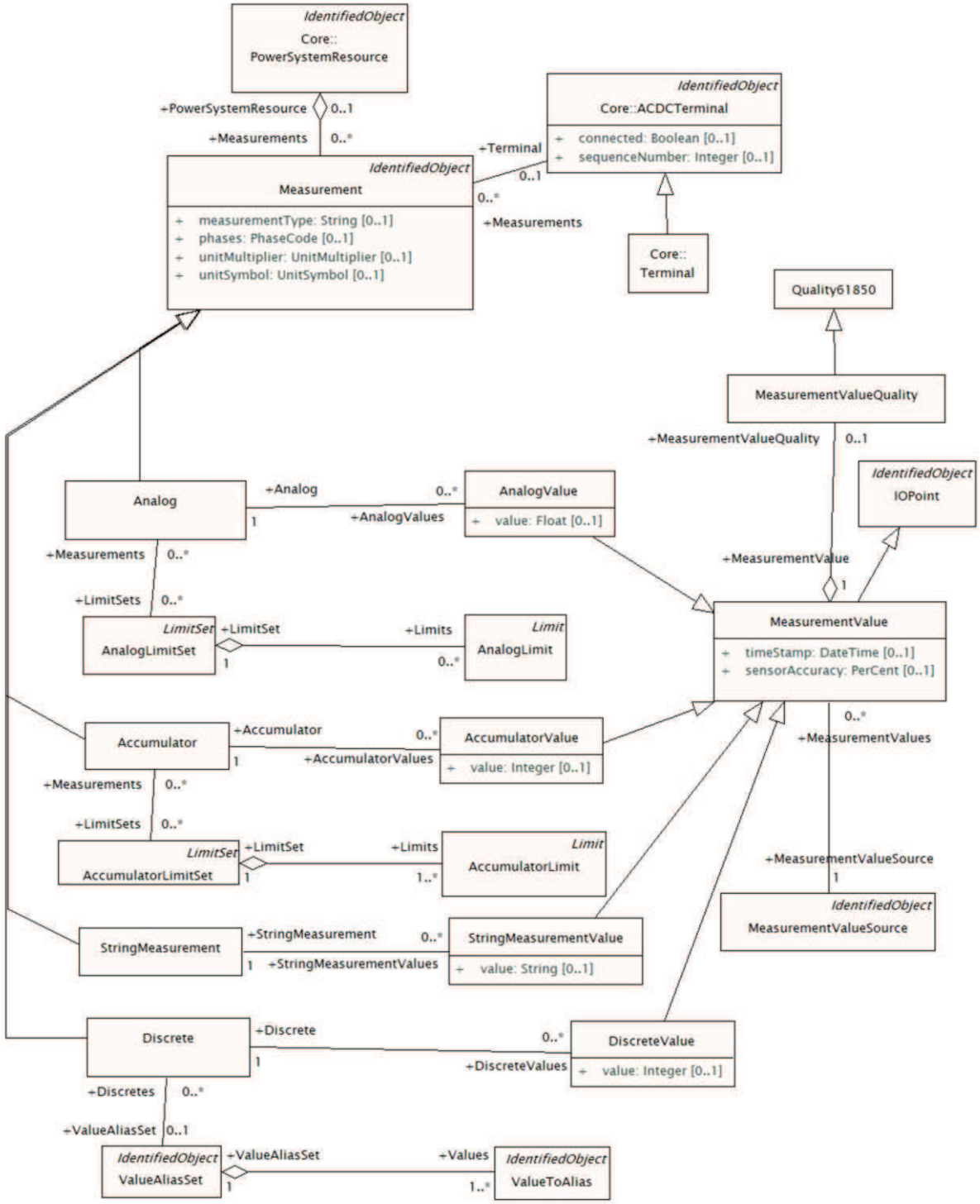


Bild 34 – Navigation von „PSR“ zu „MeasurementValue“

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06

Tabelle 6 – Benennungskonventionen für „measurementType“

measurementType	Bezeichnung nach IEC 61850	Beschreibung
Current	Amp	Stromstärke (Effektivwert) eines Nicht-Drehstromkreises
ThreePhaseCurrent	AvAmps	Gesamtstromstärke (Effektivwert) in einem Drehstromkreis
PhaseCurrent	A	Gemessener Phasenstrom
Frequency	Hz	Frequenz
PowerFactor	PwrFact	Leistungsfaktor, der keiner Phase zugeordnet ist
ThreePhasePowerFactor	TotPF	Durchschnittlicher Leistungsfaktor in einem Drehstromkreis
ThreePhaseApparentPower	TotVA	Gesamtscheinleistung in einem Drehstromkreis
ThreePhaseReactivePower	TotVAr	Gesamtblindleistung in einem Drehstromkreis
ThreePhaseActivePower	TotW	Gesamtwirkleistung in einem Drehstromkreis
ApparentPower	VolAmp	Scheinleistung in einem Nicht-Drehstromkreis
ReactivePower	VolAmpr	Blindleistung in einem Nicht-Drehstromkreis
Voltage	Vol	Spannung (Effektivwert), die keiner Phase zugeordnet ist
ActivePower	Watt	Wirkleistung in einem Nicht-Drehstromkreis
Pressure	Pres	Druck
Temperature	Tmp	Temperatur
Angle	Ang	Winkel zwischen Spannung und Strom
ApparentEnergy	TotVAh	Scheinleistung
ReactiveEnergy	TotVArh	Blindleistung
ActiveEnergy	TotWh	Wirkleistung
Automatic	Auto	Automatikbetrieb (kein manueller Betrieb)
LocalOperation	Loc	Lokalbetrieb (kein Fernbetrieb)
SwitchPosition	Pos	Schaltstellung [2 Bit = intermediate, open, closed, ignore]
TapPosition	TapPos	Stufenstellung des Transformators oder Phasenschiebers
Operation Count	OperCnt	Vorgangszähler – typisch für Schalter
LineToNeutralVoltage		Spannung Außenleiter zu Neutralleiter
LineToGroundVoltage		Spannung Außenleiter zu Erde
Specialization		Verwendet, wenn eine Spezialisierung der „Analog“-Klasse die Art der Messung festlegt und nicht das Attribut „Measurement.measurementType“.

In Tabelle 6 werden etliche Arten von Messungen beschrieben, die auch in IEC 61850 definiert sind. Die Spalten in Tabelle 6 haben folgende Bedeutung:

- „measurementType“ („Measurement.measurementType“) ist die Bezeichnung der Messart nach IEC 61970.
- „Bezeichnung nach IEC 61850“ entspricht der Bezeichnung, die dem Datenobjekt in IEC 61850 zugewiesen ist (IEC 61850-7-4:2010, „data object name semantics“).
- „Beschreibung“ ist die Beschreibung der Daten.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61970-301:2022-06