DIN EN IEC 61400-21-2 (VDE 0127-21-2)

DIN

Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation" bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 17.220.20; 27.180

Einsprüche bis 2021-08-25

Entwurf

Windenergieerzeugungsanlagen – Teil 21-2: Messung und Bewertung der elektrischen Kennwerte – Windkraftwerke (IEC 88/770/CD:2020); Text Deutsch und Englisch

Wind energy generation systems – Part 21-2: Measurement and assessment of electrical characteristics – Wind power plants (IEC 88/770/CD:2020); Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-06-25 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, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt 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 182 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 88/770/CD:2020-06 „Wind energy generation systems – Part 21-2: Measurement and assessment of electrical characteristics – Wind power plants“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/TC 88 „Wind energy generation systems“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC. Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 383 „Windenergieanlagen“ 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.

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

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

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

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

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Inhalt

Seite

Einleitung 7
1 Anwendungsbereich 8
2 Normative Verweisungen 9
3 Begriffe 10
4 Kurzzeichen und Abkürzungen 18
5 Festlegungen 21
5.1 Festlegungen für das Kraftwerk 21
6 Prüfbedingungen 22
6.1 Allgemeines 22
6.2 Validierung und Bericht der Prüfung 25
6.3 Prüfbedingungen im Fall von äußeren Einflüssen 26
6.4 Prüf- und Messeinrichtungen 26
6.4.1 Spannungs-, Strom- und Leistungberechnungen 27
6.4.2 Messeinrichtungen 27
6.4.3 Vorhandene Messeinrichtungen für Prüfungen der Leistungsregelung 27
6.4.4 Wahlfreie Messungen 27
6.5 Leitfaden für Prüfungen 28
6.6 Kraftwerksregler 28
6.6.1 Festlegungen und Anforderungen 28
6.6.2 Messpunkte 30
6.6.3 Messdaten 30
6.6.4 Prüfaufbau 31
6.6.5 Dokumentation 32
7 Messung und Prüfung der elektrischen Kennwerte 33
7.1 Aspekte der Spannungsqualität 33
7.1.1 Flicker während des Dauerbetriebs 33
7.1.2 Schnelle Spannungsänderungen aufgrund von Schaltvorgängen 34
7.1.3 Oberschwingungen 35
7.1.4 Unsymmetrie 36
7.2 Dynamisches Betriebsverhalten 37
7.2.1 Netzstützung im Fehlerfall 38
7.2.2 Netzstützung bei Unterspannung und Überspannung (UVRT und OVRT) 38
7.3 Trennung vom Netz 41
7.3.1 Netzschutz 41
7.3.2 Anforderungen an Prüfeinrichtungen 41
7.3.3 Prüfungen zum Netzschutz – PP-Ebene 41
7.3.4 Prüfungen zum Netzschutz – PGU-Ebene 42
7.3.5 RoCoF 42

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

8 Regelverhalten ... 42
8.1 Betriebsverhaltensprüfung ... 43
8.1.1 Prüfungen der Wirkleistungsregelung ... 43
8.1.2 Kontrollierte Abschaltung ... 45
8.1.3 Synthetisches Trägheitsverhalten ... 47
8.1.4 Blindleistungsregelung ... 51
8.1.5 Blindleistungsfähigkeit ... 54
8.2 Funktionsprüfungen ... 56
8.2.1 Prüfung der Begrenzung der Anstiegsgeschwindigkeit der Wirkleistung ... 56
8.2.2 Priorität von Sollwerten ... 58
8.2.3 Frequenzregelung ... 62
8.2.4 Begrenzung der Anstiegsgeschwindigkeit der Blindleistung ... 66
8.2.5 Spannungsregelung Q(U)-Kennlinie ... 70
8.2.6 Leistungsfaktorregelung ... 72
8.2.7 Kommunikationsfehler / Rückfallszenarien ... 74
9 Bewertung der Spannungsqualität von Kraftwerken (PP) ... 77
9.1 Allgemeines ... 77
9.2 Spannungsschwankungen ... 77
9.3 Dauerbetrieb ... 78
9.4 Schaltvorgänge ... 78
9.5 Oberschwingungen, Zwischenharmonische und höhere Frequenzanteile ... 80
Anhang A (informativ) Vorlage für den Bericht ... 81
A.1 Die endgültige, ausführliche Vorlage für den Bericht wird zusammen mit dem CDV bereitgestellt ... 81
Anhang B (informativ) Bewertung von Oberschwingungen ... 82
B.1 Abschätzung von Oberschwingungen am betreffenden Punkt ... 82
B.1.1 Einleitung ... 82
B.1.2 Verzerrung aufgrund von Hintergrund-Oberschwingungen ... 82
B.1.3 Summierung von Oberschwingungen ... 83
B.1.4 Untersuchungen zur Ausbreitung von Oberschwingungen ... 83
B.1.5 Bewertung des Oberschwingungsbeitrags eines Kraftwerks ... 84
Anhang C (informativ) Verfahren zu Validierung von Kraftwerken ... 86
Anhang D (informativ) Messgenauigkeit ... 88
D.1 Eigenschaften von Spannungs- und Stromwandlern zur Verwendung in MV-, HV- und EHV-Anlagen ... 88
Anhang E Literaturhinweise ... 92

Bilder

Bild 1 – Beispiel für Sprungantwort ... 13
Bild 2 – Beispiel eines Kraftwerksaufbaus ... 22
Bild 3 – Allgemeine Struktur eines PPC für Blindleistungsregelung innerhalb eines Kraftwerks ... 29

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Bild 4 – Allgemeine Struktur eines PPC für Wirkleistungsregelung innerhalb eines Kraftwerks 29
Bild 5 – Darstellung des PPC als „Black Box“ mit Eingangs- und Ausgangsgrößen 30
Bild 6 – – Veranschaulichung eines PPC mit den internen Systemdaten (Option a: physikalisch außerhalb des PPC angeordnet; Option b: Anschluss an eine externes Messsystem) 31
Bild 7 – Veranschaulichung eines realen Prüfaufbaus 31
Bild 8 – Beispiel von Zeitreihen für den Wirk- und Blindstrom; gemessener (M) und simulierter (S) Wirk- und Blindstrom [4] 40
Bild 9 – Einstellung des Wirkleistungs-Bezugswertes 44
Bild 10 – Beispiel für einen Ansprechschritt der Wirkleistung 44
Bild 11 – Beispiel für kontrollierte Abschaltung 47
Bild 12 – Synthetische Trägheit – Beispiel für Ansprechverhalten und Begriffe 49
Bild 13 – Prüfung des statischen Fehlers 52
Bild 14 – Prüfung des dynamischen Ansprechverhaltens (Beispiel) 52
Bild 15 – Prüfung der Blindleistungsfähigkeit – QP-Diagramm (Beispiel) 56
Bild 16 – Blindleistungsfähigkeit – UP-Diagramm entsprechend dem QP-Diagramm (Beispiel) 56
Bild 17 – Beispiel für verfügbare Wirkleistung und Wirkleistung bei Betriebsart mit Begrenzung der Anstiegsgeschwindigkeit 58
Bild 18 – Prüfung der Priorisierung von Wirkleistungs-Sollwerten (Beispiel) 61
Bild 19 – Rückmeldewerte der gemessenen Frequenz des PPC werden durch eine simulierte Frequenz ersetzt 63
Bild 20 – Beispiel für eine Wirkleistungsregelfunktion P=f(f) mit den verschiedenen Messpunkten und den zugehörigen Frequenzschritten 64
Bild 21 – Beispiel der Prüfung der Begrenzung der Anstiegsgeschwindigkeit der Wirkleistung 69
Bild 22 – Beispiel der Q(U)-Kennlinie mit einer Steigung von 4 % 70
Bild 23 – Mögliche Kommunikationsfehler des Kraftwerks 75
Bild 24 – Graph für die Prüfung auf Kommunikationsfehler (Beispiel) 77
Bild 25 – Vereinfachte Darstellung für ein an das externe Netz angeschlossenes PP zur Abschätzung eines inkrementellen Oberschwingungsbeitrags am POC oder an einem anderen betreffenden Punkt 84
Bild 26 – Vereinfachte Darstellung des PP für Untersuchungen zur Ausbreitung von Oberschwingungen einschließlich Hintergrund-Oberschwingungen und nicht-idealer Quelle von Oberschwingungsspannungen der PGU 85

Tabellen

Tabelle 1 – Überblick über Messungen am POC sowie deren Anforderungen 23
Tabelle 2 – Beschreibung und allgemeine Anforderungen der verschiedenen Komponenten des Prüfaufbaus 32
Tabelle 3 – Liste der aufgezeichneten Signale 38
Tabelle 4 – Liste von für die Bewertung von Ereignissen zu überwachenden elektrischen Signale 39
Tabelle 5 – Höchste Messunsicherheiten für den Netzsimulator 41
Tabelle 6 – Liste von Signalen während der Prüfung 43
Tabelle 7 – Genauigkeit der Führungswerte der Wirkleistung 45
Tabelle 8 – Ergebnisse der Prüfung des dynamischen Wirkleistungs-Ansprechverhaltens 45
Tabelle 9 – Liste mit Beispielen von Signalen während der Prüfung 46

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Tabelle 10 – Ergebnisse der Prüfungen der Notabschaltung....47
Tabelle 11 – Liste von Signalen während der Prüfung....48
Tabelle 12 – Ergebnisse der Prüfung der synthetischen Trägheit....50
Tabelle 13 – Liste von Signalen während der Prüfung....51
Tabelle 14 – Prüfung des statischen Fehlers....54
Tabelle 15 – Prüfung des dynamischen Ansprechverhaltens....54
Tabelle 16 – Liste von Signalen während der Prüfung....54
Tabelle 17 – Liste von Signalen während der Prüfung....57
Tabelle 18 – Berechnung der Anstiegsgeschwindigkeit der Wirkleistung....58
Tabelle 19 – Liste von Signalen während der Prüfung....59
Tabelle 20 – Priorität von Sollwerten beim Prüfverfahren (Beispiel)....60
Tabelle 21 – Prüfergebnisse der Priorität von Sollwerten....61
Tabelle 22 – Liste von Signalen während der Prüfung....62
Tabelle 23 – Beispiel einer Prüffolge für die frequenzabhängige Wirkleistungsfunktion....65
Tabelle 24 – Liste von Signalen während der Prüfung....67
Tabelle 25 – Prüfverfahren für die Prüfung der Begrenzung der Anstiegsgeschwindigkeit der Blindleistung....68
Tabelle 26 – Berechnung der Anstiegsgeschwindigkeit der Wirkleistung....69
Tabelle 27 – Liste von Signalen während der Prüfung....71
Tabelle 28 – – Spannungsregelung Q(U) – Steigungsprüfung....71
Tabelle 29 – Liste von Signalen während der Prüfung....72
Tabelle 30 – Dokumentation....73
Tabelle 31 – Liste von Signalen während der Prüfung....76
Tabelle 32 – Festlegung von Exponenten nach IEC 61000-3-6....80
Tabelle 33 – Empfohlene Bewertungsverfahren für die Validierung der elektrischen Fähigkeiten eines Kraftwerks....86

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Einleitung

Diese Norm IEC 61400-21-2: „Windenergieerzeugungsanlagen – Messung und Bewertung der elektrischen Kennwerte – Windkraftwerke“ legt ein einheitliches Verfahren fest, welches die Messungen, Prüfungen und Bewertungen der elektrischen Kennwerte von netzgekoppelten Windkraftwerken sicherstellt. Diese Kennwerte umfassen: Aspekte der Spannungsqualität, Kennwerte der Regelung, wie z. B. Leistungsregelung, Blindleistungsregelung, Spannungsregelung, Frequenzregelung, Netzstützungsverhalten im Fehlerfall sowie Netzschutzprüfungen.

Diese Messungen und Bewertungen beziehen sich auf den Anschlusspunkt des Windkraftwerks. Die Vorgehensweise beschreibt genormte Verfahren, welche sowohl dem Entwickler als auch TSO und DSO eine Analyse der Erfüllung der Netzanschlussvorschriften in Bezug auf die vorgenannt erwähnten Kennwerte ermöglichen.

Diese Norm schließt die folgenden Aspekte ein:

- Begriffe und Festlegung der Größen, die für die Charakterisierung der elektrischen Kennwerte eines netzgekoppelten Kraftwerks zu bestimmen sind;
- Messungen und Prüfverfahren für die zahlenmäßige Festlegung der Kennwerte eines Kraftwerks;
- Messungen und Prüfverfahren für die Funktionsprüfung des Windkraftwerksreglers;
- Vorgehensweisen und Verfahren für die Schätzung elektrischer Fähigkeiten, unter Verwendung von Ergebnissen von Messungen jeder Windenergieanlage (WEA), zur Bewertung der Einhaltung der Anforderungen an den elektrischen Anschluss auf Kraftwerksebene;
- Prüf- und Messverfahren, die als Referenz verwendet werden können, z. B. Inbetriebnahmeprüfungen für bestehende oder neu angeschlossene Kraftwerke;
- Messverfahren und Fehlerprotokoll für die Validierung und Verifizierung von Simulationsmodellen von Windkraftwerken, wie in IEC 61400-27-1 und IEC 61400-27-2 beschrieben.

Diese Messverfahren müssen für Kraftwerke gültig sein, einschließlich des Kraftwerksreglers und anderen angeschlossenen Einrichtungen, die für den Betrieb des Kraftwerks erforderlich sind. Die Messverfahren müssen für beliebige Größen von Kraftwerken gültig sein, die am Anschlusspunkt (POC) mit einer einzigen Schnittstelle angeschlossen sind.

Die Ergebnisse der Messungen und Bewertungen der elektrischen Kennwerte von Kraftwerken können als Stellgrößen für die Verifizierung elektrischer Simulationsmodelle für Windkraftwerke verwendet werden, wie in IEC 61400-27-2 beschrieben.

Alle in diesem Dokument beschriebenen Aspekte können individuell geprüft und berichtet werden, und es ist nicht vorgeschrieben, alle beschriebenen Prüfungen und Messungen durchzuführen.

Zusätzliche Prüfungen und Messungen dürfen durchgeführt und zur detaillierteren Bewertung von Simulationsmodellen und für die Übereinstimmung mit spezifischen Anforderungen an Netzvorschriften im Prüfbericht angegeben werden.

Da die beschriebenen Prüfungen für die Validierung anderer regenerativer Kraftwerke verwendet werden können, verwendet diese Norm die folgenden allgemeinen Abkürzungen:

PGU: Energieerzeugungseinheit als Abkürzung für eine Windenergieanlage

PP: Kraftwerk als eine Abkürzung für Windkraftwerk

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Windenergieerzeugungsanlagen – Teil 21-2: Messung und Bewertung der elektrischen Kennwerte – Windkraftwerke

1 Anwendungsbereich

IEC 61400-21-2, „Windenergieanlagen – Messung und Bewertung der elektrischen Kennwerte – Windkraftwerke“, hat den folgenden Anwendungsbereich:

IEC 61400-21-2 enthält Begriffe und Festlegung der Größen, die für die Charakterisierung der elektrischen Kennwerte von netzgekoppelten Kraftwerken zu bestimmen sind.

IEC 61400-21-2 enthält die Messungen und Prüfverfahren für die zahlenmäßige Festlegung der Kennwerte als Grundlage für die Inbetriebnahme von Kraftwerken, einschließlich:

- Aspekte der Spannungsqualität
- Dynamisches Ansprechverhalten (Netzstützung im Fehlerfall bei Unterspannung und Überspannung)
- Netzschutz
- Regelverhalten

IEC 61400-21-2 enthält eine einheitliche Funktionsprüfung und Messverfahren für den Kraftwerksregler als eine Grundlage für die Typprüfungen des Kraftwerksreglers.

IEC 61400-21-2 enthält die Verfahren zur Bewertung der Einhaltung der Anforderungen an den elektrischen Anschluss, einschließlich der Aggregationsverfahren für Aspekte der Spannungsqualität, z. B. Spannungsschwankungen, Flicker, Oberschwingungen und Zwischenharmonische.

IEC 61400-21-2 enthält die Verfahren für Messungen und Fehlerprotokolle für die Verifizierung von Kraftwerksmodellen in Bezug auf Netzstützungsereignisse bei Unterspannung und Überspannung.

Diese Messverfahren gelten für Kraftwerke, einschließlich des Kraftwerksreglers und anderen angeschlossenen Einrichtungen, die für den Betrieb des Kraftwerks erforderlich sind. Die Messverfahren gelten für beliebige Größen von Kraftwerken, die am Anschlusspunkt (POC) mit einer einzigen Schnittstelle angeschlossen sind.

Die Verfahren für die Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen an den Netzanschluss gelten für Energieanlagen mit fester Frequenz und einer ausreichenden Kurzschlussleistung.

Nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm gehören:

- Multi-Windpark-Steuerung – Gruppenmanagement (Cluster-Management) mehrerer Kraftwerke oder mehrerer Anschlusspunkte;
- Konformitätsprüfung und Leistungsanforderungen, einschließlich Annahme-/Rücknahmekriterien;
- Prüfung spezifischer Komponenten und Validierung von Kraftwerkseinrichtungen (Schaltgeräte, Kabel, Transformatoren, usw.), die durch diese IEC abgedeckt werden;
- Validierung der Modelle von Windkraftwerken, wie in IEC 61400-27-2 festgelegt;
- Lastfluss-Berechnungsverfahren und Leitfäden für Lastflussuntersuchungen;
- Prüfungen und Messungen der Kommunikationsschnittstelle und des Kraftwerkssystems, wie in der Normenreihe IEC 61400-25 festgelegt.

ANMERKUNG Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe für die Systemspannung, auf der Grundlage von IEC 60038:

Niederspannung (LV) bezieht sich auf 100 V < U_n ≤ 1 kV;

Mittelspannung (MV) bezieht sich auf 1 kV < U_n ≤ 35 kV;

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Hochspannung (HV) bezieht sich auf 35 kV < U_n ≤ 230 kV;

Höchstspannung (EHV) bezieht sich auf U_n > 230 kV.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60044-1, *Instrument transformers – Part 1: Current transformers*

IEC 60044-2, *Instrument transformers – Part 2: Inductive voltage transformers*

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60050-415, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 415: Wind turbine generator systems*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility – Part 3-3: Limits of voltage change, voltage fluctuations and flicker in public low voltage supply systems, for equipment with rated current < 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC 61000-4-15:2010, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications*

IEC 61800-3:2004, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods*

IEC 62008, *Performance characteristics and calibration methods for digital data acquisition systems and relevant software*

IEC 61400-21-1: *Wind Energy Generation Systems - Measurement and assessment of electrical characteristics – Wind turbines*

IEC TR 61400-21-3: *Wind energy generation systems – Measurement and assessment of electrical characteristics – Wind turbine harmonic model and its application*

IEC 61400-27-1:2015: *Wind energy generation systems – Part 27-1: Electrical simulation models – Wind turbines*

IEC 61400-27-2 Edition 1.0: *Wind energy generation systems – Part 27-1: Electrical simulation models – Model validation – 88_763e_FDIS, 17. April 2020.*

IEC TS 61400-21-4, *Wind energy generation systems – Measurement and assessment of electrical characteristics – Wind turbine components and subsystems*

IEC 60255-151 Ed. 1.0 b:2009, *Measuring relays and protection equipment - Part 151: Functional requirements for over/under current protection*

IEC 60255-127 Ed. 1.0 b:2010, *Measuring relays and protection equipment - Part 127: Functional requirements for over/under voltage protection*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

DIN EN 60255-181 – FDIS, *Measuring relays and protection equipment - Part 181: Functional requirements for frequency protection*

IEC 60255-121 Ed. 1.0 b:2014, *Measuring relays and protection equipment - Part 121: Functional requirements for distance protection*

IEC 61869-3:2011 Instrument transformers - Part 3: *Additional requirements for inductive voltage transformers*

IEC 61869-2:2012 Instrument transformers - Part 2: *Additional requirements for current transformers*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen Terminologie-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
zusätzliche Kraftwerkskomponenten
zusätzliche Einrichtungen, die für den Betrieb und das netzkonforme Verhalten der Energieerzeugungseinheit oder des Kraftwerks erforderlich sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für zusätzlichen Kraftwerkskomponenten sind: Kondensatorbanken, Einrichtungen zur Blindleistungskompensation, Nebenschlussdrosseln, SVC, Speichersysteme, usw.

3.2
verfügbare Wirkleistung
verfügbare Wirkleistung ist der vorhergesagte Wirkleistungsmomentanwert des Kraftwerks, unter Berücksichtigung der Leistung jeder der Energieerzeugungseinheiten, von zusätzlichen Speichereinrichtungen, von Leistungsverlusten im Kraftwerksnetz, usw.

3.3
verfügbare Blindleistung
verfügbare Blindleistung ist der vorhergesagte Blindleistungsmomentanwert des Kraftwerks, unter Berücksichtigung des Leistungsvermögens der Energieerzeugungseinheiten, von Kompensatoreinrichtungen, von Transformatoren, usw.

3.4
Konformitätsprüfung
Verfahren zum Nachweis, ob ein Merkmal oder eine Eigenschaft die festgelegten Forderungen erfüllt

[QUELLE: IEC 60050, 192-09-02]

3.5
Komponente
eine Komponente ist festgelegt als kleinste Einheit, in welcher alle erforderlichen Funktionen in der Einheit verfügbar sind, und welche nicht ohne Verlust der primären Funktion in kleinere Teile aufgeteilt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Komponenten von Windenergieanlagen sind: Generatoren, Transformatoren, Schaltgeräte, Getriebe, Umrichter.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

3.6
Komponentenprüfung
eine Komponente ist definiert als eine Prüfung an einer einzelnen Komponenten, deren notwendige Funktionen und das geforderte Verhalten unabhängig von anderen Komponenten oder Systemen sind. (z. B. das Schutzgerät, wenn dieses eine unabhängige Einheit ist). Eine auf Komponentenebene durchgeführte Prüfung ist für alle Windenergieanlagen-Varianten gültig, in denen die Komponente verwendet wird.

3.7
Dauerbetrieb
bestimmungsgemäßer Betrieb des Kraftwerks, mit Ausnahme von Einschalt-, Abschalt- und Schaltvorgängen des gesamten Kraftwerks

3.8
Abschaltzeit
Dauer vom Überschreiten eines vorgegebenen Abschaltpegels bis zur physikalischen Abschaltung der Energieerzeugungseinheit (PGU) oder des Kraftwerks (PP)

3.9
Statik
Abfall
Verhältnis der relativen Frequenzänderung (bezogene Werte) zur relativen Leistungsänderung

$$droop = \frac{\Delta f / f_g}{\Delta P / P_n}$$

[QUELLE: IEV 603-04-08 modifiziert]

3.10
Netzstützung im Fehlerfall
FRT
(en: fault ride-through)
Fähigkeit einer Energieerzeugungseinheit (PGU) oder eines Kraftwerks (PP) bei Fehlern im Netz verbunden zu bleiben

3.11
Flickerbeiwert für den Dauerbetrieb
normalisiertes Maß der Flickeremission während Dauerbetrieb der Energieerzeugungseinheit oder des Kraftwerks:

$$c(\psi_k) = P_{st,fic} \times \frac{S_{k,fic}}{S_n}$$

Dabei ist

$c(\psi_k)$	der Flickerbeiwert der PGU oder des PP für Dauerbetrieb;
$P_{st,fic}$	die Kurzzeit-Flickerstärke der PGU oder des PP am fiktiven Netz;
S_n	die Nennscheinleistung der der PGU oder des PP;
$S_{k,fic}$	die Kurzschlussscheinleistung des fiktiven Netzes.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Flickerstärke für Dauerbetrieb ist gleich derjenigen für Kurzzeit (10 min) und Langzeit (2 h).

3.12
Flickerformfaktor
normalisiertes Maß der Flickeremission aufgrund eines einzelnen Schaltvorganges der PGU:

$$k_f(\psi_k) = \frac{1}{130} \times \frac{S_{k,fic}}{S_n} \times P_{st,fic} \times T_p^{0,31}$$

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Dabei ist

T_p die Messdauer, die lang genug ist, um das Abklingen der Transienten des Schaltvorganges sicherzustellen, jedoch auch begrenzt ist, um mögliche Leistungsschwankungen aufgrund von Turbulenzen auszuschließen;

$P_{st,fic}$ die Kurzzeit-Flickerstärke der PGU am fiktiven Netz;

S_n die Nennscheinleistung der PGU;

$S_{k,fic}$ die Kurzschlussscheinleistung des fiktiven Netzes.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kurzzeit-Flickerstärke $P_{st,fic}$ wird über die Dauer Tp berechnet.

3.13
Funktionalität
Fähigkeit, eine festgelegte Funktion auszuführen

3.14
Funktionalitätsprüfung
Messung oder Prüfung, die auszuführen ist, um die Funktionalität der Komponente oder eines Systems anhand ausgewählter Parameter entsprechend den Festlegungen in dieser Norm zu bestimmen

3.15
installierte Kapazität

Summe der angegebenen Bemessungswerte für die installierten PGU im Kraftwerk (PP)

3.16
Gegenkomponente der Grundschwingung (IEV 448-11-28, modifiziert)
bei einem Dreiphasensystem mit den Phasen L1, L2 und L3 ist die Gegenkomponente durch die folgende Gleichung festgelegt:

$$\underline{X}_2 = \frac{1}{3}\left(\underline{X}_{L1} + a^2\underline{X}_{L2} + a\underline{X}_{L3}\right)$$

Dabei ist $a = e^{j2\pi/3}$ der 120-Grad-Operator und X_{L1}, X_{L2} und X_{L3} sind die komplexen Ausdrücke der betreffenden Grundschwingungs-Phasengrößen, d. h. der Strom- oder Spannungszeiger.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Gegenkomponenten von Spannung oder Strom dürfen nur dann signifikant sein, wenn die Spannungen bzw. Ströme unsymmetrisch sind. Zum Beispiel, wenn die Zeiger der Phasenspannung symmetrisch sind $U_{L1} = Ue^{j\theta}$, $U_{L2} = Ue^{j(\theta+4\pi/3)}$ und $U_{L3} = Ue^{j(\theta+2\pi/3)}$, dann ist $U_2 = (Ue^{j\theta} + e^{j4\pi/3}\, Ue^{j(\theta+4\pi/3)} + e^{j2\pi/3}\, Ue^{j(\theta+2\pi/3)})/3 = Ue^{j\theta}\,(1 + e^{j2\pi/3} + e^{j4\pi/3})/3 = 0$

3.17
Phasenwinkel der Netzimpedanz
Phasenwinkel der Netzkurzschlussimpedanz:

$$\psi_k = \arctan\left(X_k / R_k\right)$$

Dabei ist

X_k der Kurzschlussblindwiderstand des Netzes;

R_k der Kurzschlusswirkwiderstand des Netzes.

3.18
Nennscheinleistung
Scheinleistung des Kraftwerks, wenn diese bei Nennstrom und Nennspannung und -frequenz betrieben wird:

$$S_n = \sqrt{3}\, U_n I_n$$

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Dabei ist

U_n die Nennspannung am POC des PP;

I_n der Nennstrom am POC des PP.

3.19
Nennstrom
Nennwert I_n des Kraftwerkstroms, der aus der Nennwirkleistung P_n und der Nennspannung U_n berechnet wird, entsprechend der Gleichung: $I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3}\,U_n}$; sofern Q = 0

3.20
Nennwirkleistung
P_n
Nennwert der Kraftwerks-Wirkleistung, die vom Besitzer angegeben wird und der als Grundwert für alle Leistungen (Wirk-, Blind-, Scheinleistung) verwendet wird

3.21
Normalbetrieb
fehlerfreier Betrieb entsprechend den Festlegungen in der Kraftwerks-Spezifikation

3.22
Betriebsart
einstellbare Art der Betriebsführung, z. B. Betrieb mit Spannungsregelung, mit Frequenzregelung, mit Blindleistungsregelung, mit Wirkleistungsregelung, usw.

3.23
Überschwingen
Differenz zwischen dem höchsten gemessenen Wert der Sprungantwort und dem stationären Endwert

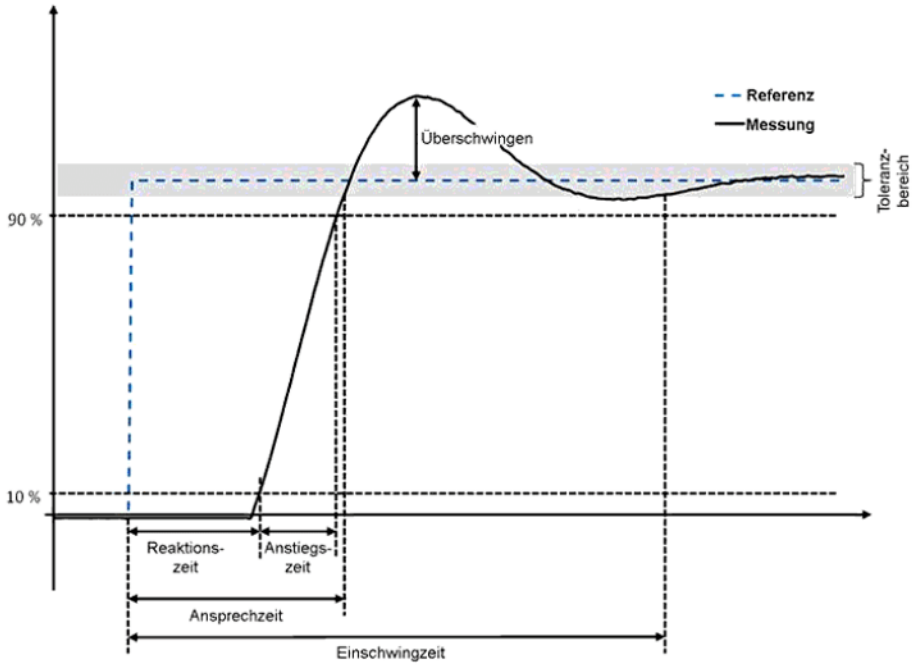


Bild 1 – Beispiel für Sprungantwort

3.24
Netzstützung bei Überspannung
OVRT

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

(en: overvoltage ride-through)
die Fähigkeit einer Energieerzeugungseinheit oder eines Kraftwerks, bei Spannungsüberhöhungen mit dem Netz verbunden zu bleiben

3.25
Perzentil
Wert einer Variablen, der unter einem bestimmten Prozentsatz von Beobachtungen liegt

3.26
Betriebsverhaltensprüfung
Messungen und Prüfungen, die ausgeführt werden, um das Betriebsverhalten des Kraftwerks anhand ausgewählter Parameter entsprechend den Festlegungen in dieser Norm zu bestimmen

3.27
Anschlusspunkt
POC
(en: point of connection)
vereinbarter Punkt im Elektrizitätsversorgungssystem, an dem das Kraftwerk angeschlossen ist und die Anforderungen erfüllt

3.28
Mitkomponente der Grundschwingung
(IEV 448-11-27, modifiziert)
bei einem Dreiphasensystem mit den Phasen L1, L2 und L3 ist die Mitkomponente durch die folgende Gleichung festgelegt:

$$\underline{X}_1 = \frac{1}{3}\left(\underline{X}_{L1} + \underline{a}\underline{X}_{L2} + \underline{a}^2\underline{X}_{L3}\right)$$

Dabei ist $\underline{a} = e^{j2\pi/3}$ der 120-Grad-Operator und $\underline{X}_{L1}$, $\underline{X}_{L2}$ und $\underline{X}_{L3}$ sind die komplexen Ausdrücke der betreffenden Grundschwingungs-Phasengrößen, d. h. der Strom- oder Spannungszeiger

Anmerkung 1 zum Begriff: In einem symmetrischen oberschwingungsfreien System ist nur die Mitkomponente der Grundschwingung vorhanden. Zum Beispiel, wenn die Zeiger der Phasenspannung symmetrisch sind $U_{L1} = Ue^{j\theta}$, $U_{L2} = Ue^{j(\theta+4\pi/3)}$ und $U_{L3} = Ue^{j(\theta+2\pi/3)}$, dann ist $U_1 = (Ue^{j\theta} + e^{j2\pi/3}\, Ue^{j(\theta+4\pi/3)} + e^{j4\pi/3}\, Ue^{j(\theta+2\pi/3)})/3 = (Ue^{j\theta} + Ue^{j\theta} + Ue^{j\theta})/3 = Ue^{j\theta}$

3.29
elektrisches Kraftwerksnetz
elektrisches Netz, das die Ausgangsleistung von Energieerzeugungseinheiten sammelt und in ein elektrisches Versorgungsnetz einspeist

[QUELLE: IEV 415-04-06, modifiziert]

3.30
Energieerzeugungseinheit
PGU
(en: power generation unit)
kleinster Satz von Einrichtungen, die elektrische Energie erzeugen können und die Elektrizität in ein Elektrizitätsversorgungsnetz einspeisen können

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel für Energieerzeugungseinheiten sind Windenergieanlagen, welche die Windenergie als primäre Energiequelle nutzen und diese in elektrische Energie umwandeln.

3.31
Anschlüsse einer Energieerzeugungseinheit
Punkt, der ein Teil der PGU ist und vom Lieferanten der PGU gekennzeichnet wird, an dem die PGU an das elektrische Kraftwerksnetz angeschlossen werden kann

3.32
Kraftwerk

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

PP
(en: power plant)
Kraftwerk, bestehend aus einer oder mehreren PGU, zusätzlichen Kraftwerkskomponenten, Stufenschalter, Kraftwerkssteuerung, usw.

3.33
Kraftwerksregler
(PPC
(en: power plant controller)
Einrichtung, die sämtliche Steuerungsfunktionen einschließt, die für den Betrieb des Kraftwerks erforderlich sind

3.34
Q-Fähigkeit
Blindleistungsfähigkeit eines PP, einschließlich des Kraftwerksnetzes (Kollektornetzes) und einem Beitrag von Einrichtungen zur Blindleistungskompensation, usw., bis zum POC

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Q-Fähigkeit kann abhängig von der Ausgangsleistung des PP und von der Spannung am POC schwanken.

3.35
Rücklaufzeit
Zeit, die vergeht, bis der gemessene Wert von 90 % auf 10 % der Schrittgröße zurückgeht

3.36
Reaktionszeit
vergangene Zeit von der sprunghaften Änderung des Sollwerts bis zum Zeitpunkt, wenn der gemessene Wert 10 % der Stufenhöhe erreicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.37
Ausregelzeit
vergangene Zeit zwischen dem Ende des Trägheitsereignisses und dem Zeitpunkt, wenn die Wirkleistung zum letzten Mal in den vordefinierten Toleranzbereich in der Nähe des Wertes der Wirkleistung vor dem Ereignis eintritt

3.38
Ansprechzeit
vergangene Zeit vom Beginn einer sprunghaften Änderung oder vom Beginn eines Ereignisses bis der gemessene Wert zum ersten Mal den vordefinierten Toleranzbereich des Zielwerts erreicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn der Zielwert nicht während des Ereignisses bereitgestellt wird, kann der stationäre Wert verwendet werden.

3.39
Anstiegszeit
vergangene Zeit von dem Zeitpunkt, zu dem der gemessene Wert 10 % der sprunghaften Änderung erreicht, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der gemessene Wert 90 % der sprunghaften Änderung erreicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.40
Einschwingzeit
vergangene Zeit vom Beginn einer sprunghaften Änderung oder vom Beginn eines Ereignisses bis der beobachtete Wert zum letzten Mal den vordefinierten Toleranzbereich des Zielwerts erreicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn der Zielwert nicht während des Ereignisses bereitgestellt wird, kann stattdessen der stationäre Wert verwendet werden.

3.41
Kurzschlussscheinleistung
(IEV 601-01-14)
Produkt aus dem Kurzschlussstrom an einem Punkt eines Systems und einer vereinbarten Spannung, üblicherweise der Betriebsspannung

3.42
Kurzschlussverhältnis
***SCR*(en: short-circuit ratio)**
Verhältnis der Kurzschluss-Scheinleistung S_k zur Nennwirkleistung S_n

$$SCR = \frac{S_k}{S_n}$$

3.43
Beginn des Ereignisses
Zeitpunkt, an dem die Abweichung eines Auslösewertes zum ersten Mal außerhalb des definierten Toleranzbereichs der Auslösung liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Auslösewert kann ein Bezugssignal oder eine Störgröße sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Vorgabewert für den Toleranzbereich der Auslösung ist mit ± 10 % der Auslösestufe zu definieren und wird auf den Auslösewert vor dem Ereignis zentriert.

3.44
statischer Fehler
Abweichung zwischen den erhaltenen Werten (beobachtet oder gemessen) von einem geforderten Bezugswert (oder Sollwert)

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiel 1: Wenn der gemessene Wert größer ist als der Sollwert, muss der statische Fehler oder die Abweichung einen positiven Wert aufweisen. Beispiel 2: Wenn der gemessene Wert kleiner ist als der Sollwert, muss der statische Fehler oder die Abweichung einen negativen Wert aufweisen.

3.45
stationärer Zustand
Zustand eines Systems, der nach Ablauf der Einschwingzeit erreicht ist

3.46
Station
Teil eines elektrischen Systems, innerhalb eines bestimmten Bereichs, der im Wesentlichen Anschlüssen von Übertragungs- und Verteilungsleitungen, elektrische Schaltgeräte, Schutzeinrichtungen, Regelungen und SCADA-Einrichtungen, Gebäude und Transformatoren umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Station kann entsprechend der Bezeichnung des Systems qualifiziert werden, von welchem es ein Bestandteil ist. Beispiele: Umschaltstation (Übertragungssystem), Verteilungsstation, 400-kV-Station oder 20-kV-Station.

[QUELLE: IEC 60050-601:1985, 601-03-02]

3.47
Teilsystem
ein Teilsystem besteht aus mehreren Komponenten oder Elementen, die in direkter Beziehung miteinander stehen

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

3.48
Teilsystemprüfung
eine Teilsystemprüfung ist definiert als eine Prüfung an einem Teilsystem, dessen notwendige Funktionen und gefordertes Verhalten unabhängig von weiteren Komponenten oder Systemen ist. Am Teilsystem durchgeführte Prüfungen sind für alle Varianten von Windenergieanlagen gültig, in denen das Teilsystem verwendet wird.

3.49
synthetische Trägheit
Wirkleistungserzeugung einer PGU oder eines Kraftwerks als Funktion der Zeit nach einer plötzlichen Änderung der Netzfrequenz

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Ausdruck „synthetische Trägheit“ wird in einigen Veröffentlichungen auch als „virtuelle Trägheit“, „Schnellansprechverhalten“, „Trägheitsregelung“ definiert. In diesem Dokument wird für diese Funktionalität die Benennung „synthetische Trägheit“ verwendet.

3.50
Zeitreihen
Aufzeichnung, die aus Zahlenwerten eines zeitveränderlichen Signals aus äquidistanten Abtastungen besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Abtastungen dürfen ein gemessenes Signal oder Daten verarbeiteter Messwerte darstellen.

3.51
Toleranzbereich
zulässiger Abweichungsbereich des gemessenen Signals von einem definierten Zielwert

Anmerkung 1 zum Begriff: Der stationäre Zielwert wird üblicherweise dem Bezugswert des beobachteten Signals oder dem Wert gleichgesetzt, dem sich das beobachtete Signal nach dem Ereignis annähert.

3.52
Unsymmetriegrad
(IEV 604-01-30 modifiziert)
Maß der Unsymmetrie in einem Drehstromnetz, angegeben als Verhältnis $|\underline{X}_2/\underline{X}_1|$ zwischen den Werten von Gegenkomponente $\underline{X}_2$ und Mitkomponente $\underline{X}_1$ von Spannung oder Strom (in Prozent)

3.53
Netzstützung bei Unterspannung
UVRT
(en: undervoltage ride-through)
Fähigkeit einer PGU oder eines Kraftwerks, bei Spannungseinbrüchen mit dem Netz verbunden zu bleiben

3.54
Spannungsänderungsfaktor
normalisiertes Maß der Spannungsänderung aufgrund eines Schaltvorganges der PGU:

$$k_u(\psi_k) = \sqrt{3} \times \frac{U_{fic,max} - U_{fic,min}}{U_n} \times \frac{S_{k,fic}}{S_n}$$

Dabei ist

$U_{fic,min}$ und $U_{fic,max}$ der kleinste und der größte Effektivwert einer Periode der Außenleiter-Neutralleiter-Spannung am fiktiven Netz während des Schaltvorganges;

U_n der Nennwert der Außenleiter-Außenleiter-Spannung an den PGU-Anschlüssen;

S_n die Nennscheinleistung der PGU;

$S_{k,fic}$ die Kurzschlussscheinleistung des fiktiven Netzes.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Spannungsänderungsfaktor k_u gleicht k_i, dem Verhältnis zwischen dem höchsten

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Einschaltstrom und dem Nennstrom, jedoch ist k_u eine Funktion des Phasenwinkels der Netzimpedanz. Der höchste Wert von k_u liegt zahlenmäßig nahe k_i.

3.55
Spannungseinbruch
zeitlich begrenzte, nichtperiodische plötzliche Verringerung der Spannungsamplitude des Stromversorgungsnetzes und damit zusammenhängenden Phasenänderungen

3.56
Spannungsüberhöhung
zeitlich begrenzter, nichtperiodischer plötzlicher Anstieg der Spannungsamplitude des Stromversorgungsnetzes über ihren Nennwert und damit zusammenhängenden Phasenänderungen

3.57
Windenergieanlage
WEA
(en: wind turbine)
System, das kinetische Windenergie in elektrische Energie umwandelt

3.58
Nullkomponente der Grundschwingung
(IEV 448-11-29, modifiziert)
bei einem Dreiphasensystem mit den Phasen L1, L2 und L3 ist die Nullkomponente durch die folgende Gleichung festgelegt:

$$\underline{X}_0 = \frac{1}{3}(\underline{X}_{L1} + \underline{X}_{L2} + \underline{X}_{L3})$$

Dabei sind $\underline{X}_{L1}$, $\underline{X}_{L2}$ und $\underline{X}_{L3}$ die komplexen Ausdrücke der betreffenden Grundschwingungs-Phasengrößen, d. h. der Strom- oder Spannungszeiger.

4 Kurzzeichen und Abkürzungen

In diesem Teil von IEC 61400 werden die folgenden Kurzzeichen und Abkürzungen verwendet.

Kurzzeichen

$\frac{\Delta U_{dyn}}{U_n}$	höchste zulässige Spannungsänderung (%)
ψ_k	Phasenwinkel der Netzimpedanz (°)
$\alpha_m(t)$	Phasenwinkel der Grundschwingung der gemessenen Spannung (°)
β	Exponent in Verbindung mit der Summierung der Oberschwingungen
$c(\psi_k)$	Flickerbeiwert für Dauerbetrieb
d	relative Spannungsänderung (%)
d_c	stationäre Spannung, wie in IEC 61000-4-15 festgelegt
d_{max}	höchste Spannungsänderung (%)
E_{Psti}	Grenzwert für eine Kurzzeit-Flickeremission
E_{Plti}	Grenzwert für eine Langzeit-Flickeremission
f_g	Nennfrequenz des Netzes (50 Hz oder 60 Hz)
$f_{inertia,\ recovery}$	Frequenzschwellenwert, bei dem die Windenergieanlage die Erhöhung der Wirkleistung beenden muss, (Hz)

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Kurzzeichen

$f_{inertia,\ trigger}$	Frequenzschwellenwert, bei dem die Windenergieanlage die Erhöhung der Wirkleistung beginnen muss, (Hz)
f_{over}	Überfrequenzschutzpegel
f_{under}	Unterfrequenzschutzpegel
h	Ordnungszahl einer Oberschwingung
$I_{h,i}$	Oberschwingungsstromverzerrung h-ter Ordnung der i-ten Windenergieanlage
$i_m(t)$	gemessener Momentanstrom (A)
I_n	Nennstrom (A)
IUF	Unsymmetriegrad des Stroms
$k_f(\psi_k)$	Flickerformfaktor
k_i	Verhältnis des höchsten Einschaltstroms zum Nennstrom
$k_u(\psi_k)$	Spannungsänderungsfaktor
L_{fic}	Induktivität des fiktiven Netzes (H)
n_i	Übersetzungsverhältnis des Transformators an der i-ten Windenergieanlage
N_m	Gesamtanzahl gemessener Werte für den Flickerbeiwert
N_{wt}	Anzahl der Windenergieanlagen
P	Wirkleistung (W)
P_{avail}	verfügbare Wirkleistung
$P_{capacity}$	installierte Kapazität des Kraftwerks, einschließlich zusätzlicher Kraftwerkskomponenten
P_{lt}	Langzeit-Flickerstärke
P_n	Nennwirkleistung des Kraftwerks (PP)
$Pr(c<x)$	akkumulierte Verteilung von c
P_{st}	Kurzzeit-Flickerstärke
$P_{st,fic}$	Kurzzeit-Flickerstärke am fiktiven Netz
POC	Anschlusspunkt
Q	Blindleistung (var)
R_{fic}	Widerstand des fiktiven Netzes (Ω)
$RoCoF$	Änderungsgeschwindigkeit der Frequenz
S_k	Kurzschlussscheinleistung des Netzes (VA)
$S_{k,fic}$	Kurzschlussscheinleistung des fiktiven Netzes (VA)
S_n	Nennscheinleistung eines Kraftwerks (VA)
T_p	Übergangszeit für einen Schaltvorgang (s)
U	Außenleiter-Außenleiter-Spannung (V)
$u_0(t)$	Außenleiter-Neutralleiter-Momentanspannung einer idealen Spannungsquelle (V)
$u_{fic}(t)$	simulierte Außenleiter-Neutralleiter-Momentanspannung am fiktiven Netz (V)
$U_{fic,max}$	größte Außenleiter-Neutralleiter-Spannung am fiktiven Netz (V)
$U_{fic,min}$	kleinste Außenleiter-Neutralleiter-Spannung am fiktiven Netz (V)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Kurzzeichen

U_n	Außenleiter-Außenleiter-Nennspannung (V)
U_{under}	Schutzgrad gegen Unterspannung
U_{over}	Schutzgrad gegen Überspannung
U_{pre}	Spannung vor dem Ausfall; berechnet als Mittelwert von 0,2 Sekunden
UUF	Spannungsunsymmetriefaktor
X_{fic}	Blindwiderstand des fiktiven Netzes (Ω)

Abkürzungen

A/D-Wandler	Analog-Digital-Wandler
DFAG	doppelt gespeister Asynchrongenerator (wird häufig als doppelt gespeister Induktionsgenerator (DFIG) bezeichnet, wird jedoch nicht als Induktionsgenerator betrieben, wenn der Rotorstrom geregelt wird.)
DFT	diskrete Fourier-Transformation
DUT	Prüfling (en: device under test)
EHV	Höchstspannung (en: extra high voltage)
FRT	Netzstützung im Fehlerfall
HIL	Hardware in der Schleife
HV	Hochspannung
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
HW	Hardware
LV	Niederspannung
MV	Mittelspannung
OVRT	Netzstützung bei Überspannung
PGU	Energieerzeugungseinheit (en: power generation unit)
PP	Kraftwerk (en: power plant)
PPC	Kraftwerksregler (en: power plant controller)
RCVD	ohmsch-kapazitiver Spannungsteiler (en: resistive capacitive voltage divider)
RMS	Effektivwert (en: root mean square)
SCADA	Datensteuerung, Datenerfassung, Datenüberwachung (en: supervisory control and data acquisition)
SLD	Einstrich-Netzschema (en: single line diagram)
SVC	statischer Blindleistungskompensator (en: static var compensation)
SW	Software
THC	Gesamt-Oberschwingungsverzerrung des Stroms (en: total harmonic current distortion)
UVRT	Netzstützung bei Unterspannung (en: undervoltage ride-through)

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

5 Festlegungen

5.1 Festlegungen für das Kraftwerk

Die Nenndaten des Kraftwerks (bezogen auf den POC) müssen festgelegt werden, einschließlich P_n, U_n und, sofern anwendbar, *Profile für Netzstützung bei Unter- und Überspannung*, Profil der Blindleistungsfähigkeit sowie die Sollwert-Führungswerte, usw. Die folgenden Mindestangaben müssen in der Dokumentation angegeben werden:

- Nennleistung P_n
- vereinbarte Blindleistung;
- Nennspannung U_n und vereinbarter Spannungsbereich;
- PGU-Typen, Hersteller und Anzahl von PGU;
- PPC-Typ und Hersteller;
- Typ des SCADA-Systems und Hersteller;
- Einstrich-Netzplan (SLD) einschließlich dem Kraftwerksnetz, zusätzlichen Kraftwerkskomponenten, z. B. Kompensatoreinrichtungen, Netzanschlusspunkten, Transformatoren / Station, usw.;
- verfügbare Regelungsfunktionen, vereinbarte Regelungsfunktionen, Einstellungen (Abfall, Q_{base}, Anstieg, usw.) und Leistungsvermögen;
- Signalliste und erforderliche Signale zum Austausch mit dem Anlagenbetreiber und dem Kraftwerkseigentümer;
- Schutzeinstellungen (Überspannung, Überfrequenz, usw.) für die PGU und das PP zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme für die installierten Schutzeinrichtungen.

Für weitere Einzelheiten, siehe Abschnitt 6.2, ist eine Vorlage der Spezifikationdokumentation in Anhang A enthalten.

ANMERKUNG Die Nenndaten werden nur für Zwecke der Normalisierung in diesem Teil von IEC 61400 verwendet.

Die vereinbarte Blindleistung kann als ein PQ-Diagramm, ein Leistungsfaktor oder ein QU-Diagramm, usw. festgelegt werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

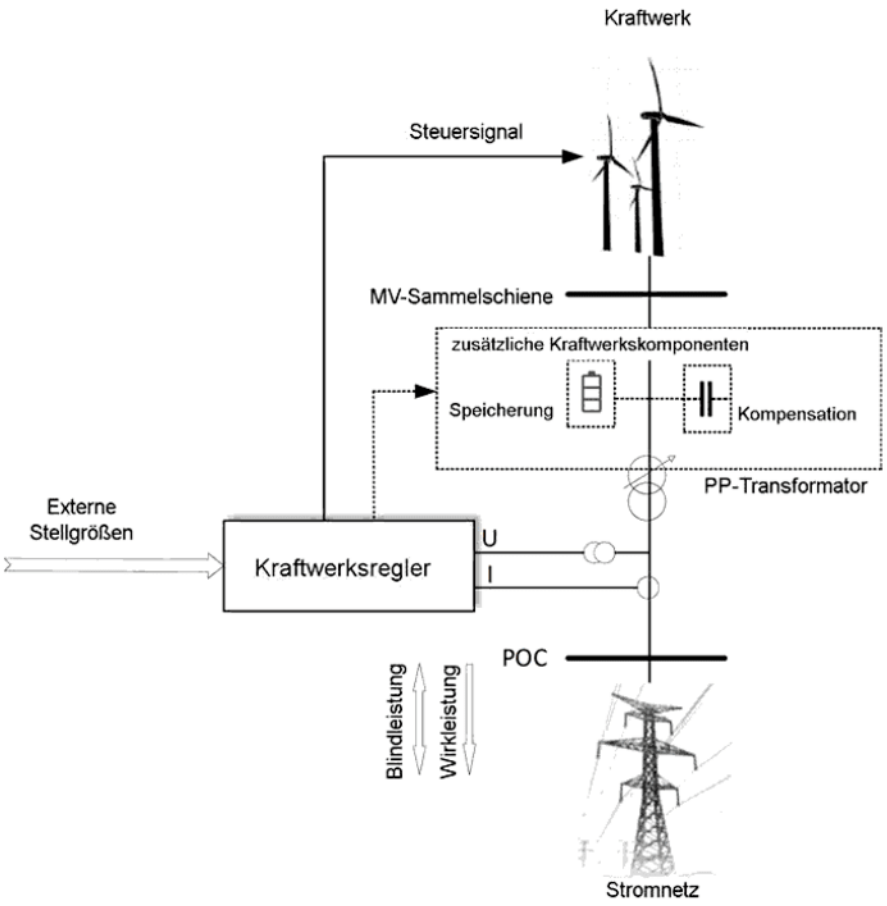


Bild 2 – Beispiel eines Kraftwerksaufbaus

In Bild 2 ist ein schematischer Überblick eines PP-Aufbaus dargestellt, einschließlich der Windenergieanlagen (PGU), des Kraftwerksreglers (PPC), der Netzschnittstelle zum POC, der Regelungsschnittstelle sowie potentieller zusätzlicher Kraftwerkskomponenten des PP.

6 Prüfbedingungen

6.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt werden die grundlegenden Prüfanforderungen festgelegt, die für Bewertung der elektrischen Kennwerte eines PP erforderlich sind, d. h. Gültigkeit der Prüfung (6.2), Prüfbedingungen (6.3) und Prüfeinrichtung (6.4). Ein Beispiel für das Berichtsformat wird in Anhang A angegeben.

Es muss das Erzeugerzählpfeilsystem zugrunde gelegt werden, d. h., es ist festgelegt, dass die positive Richtung des Leistungsflusses vom Generator zum Netz verläuft. Wenn das Kraftwerk durch einen Widerstand und eine Induktivität ersetzt wird, sind sowohl Wirk- als auch Blindleistung negativ (siehe IEC 61400-21-1, Anhang C).

Tabelle 1 enthält eine Übersicht über die Messungen entsprechend dieser Norm am POC und die geforderten Bedingungen zur Durchführung jeder dieser Prüfungen und Messungen. Zusätzliche Einzelheiten zu Betriebs- und Prüfbedingungen sind in den betreffenden Abschnitten dieser Norm festgelegt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Tabelle 1 – Überblick über Messungen am POC sowie deren Anforderungen

Abschnitt	Prüfung	Prüfbedingungen				Bemerkungen (siehe betreffenden Abschnitt für Einzelheiten)
		$P_{capacity}$ > 90 % *	$P_{available}$ > 50 % P_n	$P_{available}$ > 80 % P_n	Komponentenebene	
Aspekte der Spannungsqualität						
7.1.1	Flicker	X				Kontinuierliche Aufzeichnung
7.1.2	Schnelle Spannungsänderungen aufgrund von Schaltvorgängen	X		X		
7.1.3	Oberschwingungen, Zwischenharmonische und höhere Frequenzanteile	X				Kontinuierliche Aufzeichnung
7.1.4	Unsymmetrie	X				Kontinuierliche Aufzeichnung
Dynamisches Betriebsverhalten						
7.2	Netzstützung im Fehlerfall				Typprüfung + Simulation	Fehlerprotokoll / Ereignisprotokollierung
Trennung vom Netz						
7.3.3	PP-Ebene – Netzschutz				X	
7.3.4	PGU-Ebene Netzschutz				X	
Regelverhalten						
Prüfung des Betriebsverhaltens						
8.1.1	Wirkleistungsregelung	X	X			
8.1.2	Kontrollierte Abschaltung	X	X			
8.1.3	Synthetische Trägheit	X	X	X		Eine Prüfung muss mit $P_{available}$ > 25 % P_n durchgeführt werden
8.1.4	Blindleistungsregelung	X	X			

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Abschnitt	Prüfung	Prüfbedingungen				Bemerkungen (siehe betreffenden Abschnitt für Einzelheiten)
		$P_{capacity}$ > 90 % *	$P_{available}$ > 50 % P_n	$P_{available}$ > 80 % P_n	Komponentenebene	
8.1.5	Blindleistungsfähigkeit	X		X		
Funktionsprüfung						
8.2.1	Begrenzung der Anstiegsgeschwindigkeit der Wirkleistung	(X)	(X)		X	
8.2.2	Priorität von Sollwerten	(X)	(X)		X	
8.2.3	Frequenzregelung	(X)	(X)		X	
8.2.4	Begrenzung der Anstiegsgeschwindigkeit der Blindleistung	(X)	(X)		X	
8.2.5	Spannungsregelung Q(U)	(X)	(X)		X	
8.2.6	Regelung des Leistungsfaktors	(X)	(X)		X	
8.2.7	Kommunikationsfehler	(X)			X	
Bewertung von Spannungsqualität						
9.2	Spannungsschwankungen				X	Auf Grundlage von Berechnungen
9.3	Dauerbetrieb				X	Auf Grundlage von Berechnungen
9.4	Schaltvorgänge				X	Auf Grundlage von Berechnungen
9.5	Oberschwingungen, Zwischenharmonische und höhere Frequenzanteile				X	Auf Grundlage von Berechnungen

X: Ausdrücklich empfohlen.

(X) : In bestimmten Fällen empfohlen.

* $P_{capacity}$ > 90 % – mehr als 90 % der installierten Kapazität von PP-Einrichtungen befinden sich im Normalbetrieb.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

6.2 Validierung und Bericht der Prüfung

Die folgenden Prüfbedingungen sind erforderlich und müssen als Teil des Prüfverfahrens gemessen und angegeben werden. Alle in Perioden gemessenen Prüfdaten, die nicht die angegebenen Prüfbedingungen erfüllen, müssen verworfen werden.

Netzbedingungen:

a) Der Spannungspegel muss innerhalb des vereinbarten Spannungsbereichs liegen, gemessen als 10-min-Mittelwerte am POC. Sofern keine Angaben in der Anschlussvereinbarung vorliegen, muss der Spannungsbereich dem in IEC 60038 festgelegten Spannungspegel entsprechen. Üblicherweise ± 10 % der Nennspannung.

b) Die Netzfrequenz muss innerhalb des vereinbarten Frequenzbereichs liegen, gemessen als 0,2-s-Mittelwerte am POC. Sofern keine Angaben vorliegen, muss die Frequenz innerhalb von ± 1 % der Nennfrequenz liegen. Die Änderungsgeschwindigkeit der Netzfrequenz, die als 0,2-s-Mittelwert gemessen wird, muss unter 0,2 % der Nennfrequenz je 0,2 Sekunden liegen. Wenn bekannt ist, dass die Netzfrequenz sehr stabil ist und innerhalb der vorgenannt angegebenen Anforderungen liegt, was in großen Kraftwerksnetzen im Allgemeinen der Fall ist, braucht keine weitere Bewertung vorgenommen zu werden. Anderenfalls muss die Netzfrequenz während der Prüfung gemessen werden.

c) Der Spannungsunsymmetriefaktor muss kleiner als 2 % sein, gemessen als 10-min-Mittelwert am POC. Der Spannungsunsymmetriefaktor muss entsprechend der Beschreibung in IEC 61000-4-30 bestimmt werden. Definiert als Verhältnis der Mitkompente und der Gegenkomponente der Spannung.

d) Die Gesamtoberschwingungsverzerrung der Spannung, einschließlich aller Oberschwingungen bis zur 50. Ordnung, muss IEC 61000-3-6 entsprechen, gemessen als 10-min-Mittelwert am POC, während das Kraftwerk keine Energie erzeugt (Hintergrundrauschen).

Weitere Prüfbedingungen und Anforderungen an den Prüfbericht:

e) Das Kurzschlussverhältnis SCR, definiert als Verhältnis der Kurzschlussscheinleistung zur Nennleistung des PP, sowie die Netzimpedanz müssen im Prüfbericht angegeben werden.

f) Die Umgebungsbedingungen (Temperatur, Höhenlage, usw.) sollten den Anforderungen des Kraftwerkseigentümers für das Kraftwerk entsprechen.

ANMERKUNG Üblicherweise erfordert dies keine Online-Messungen der Umweltbedingungen, obwohl gefordert wird, dass diese als Teil des Messberichtes allgemein beschrieben werden.

g) Die Anzahl sowohl von in Betrieb befindlichen Windenergieanlagen (Energieerzeugungsanlagen) als auch von zusätzlichen Kraftwerkskomponenten während den Prüfungen und Messungen muss im Prüfbericht angegeben werden.

h) Der Zustand des Online-Stufenschalters des Haupttransformators muss mindestens während den Messungen der Spannungsqualität und der Blindleistungsfähigkeit überwacht werden.

i) Der Betriebszustand und die Betriebsgrenzwerte des Kraftwerks während den verschiedenen Prüfungen und Messungen müssen deutlich im Prüfbericht angegeben werden, und müssen innerhalb der geforderten Pegel und Betriebszustände liegen, wie in den entsprechenden Abschnitten festgelegt.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

j) Ein Einstrich-Netzschema (SLD) einschließlich des Kraftwerksnetzes, der Kompensationseinrichtungen, Netzanschlusspunkten, sowie jegliche Transformatoren oder Stationen müssen im Prüfbericht angegeben werden.

k) Der Prüfbericht muss außerdem die folgenden Angaben enthalten:

- Kraftwerkseigentümer;
- Name und Anschrift des Standortes;
- Name des verantwortlichen Netzbetreibers / Netzeigentümers;
- Name des Anlagenbetreibers / Anlagenverantwortlichen;
- Nennspannung;
- Nennfrequenz;
- Nennwirkleistung, Abgabekapazität, installierte Kapazität und technische Mindestwerte;
- Nennblindleistung, Abgabekapazität, installierte Kapazität und technische Mindestwerte;
- PGU-Typen, Hersteller und Anzahl von PGU;
- PPC-Typ und Hersteller;
- Art und Hersteller des SCADA-Systems;
- Verfügbare Regelungsfunktionen und vereinbarte Regelungsfunktionen und Betriebsverhalten;
- Liste von Signalen einschließlich Anlagenbetreibersignale und Signale des Kraftwerkseigentümers;
- Schutzeinstellungen (Überspannung, Überfrequenz, usw.) für die PGU und das PP zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme für die installierten Schutzeinrichtungen.

Ein Beispiel für die Prüfberichtsvorlage ist in Anhang A angegeben.

Alle Messdaten, Zeitreihen usw. müssen in elektronischer Form verfügbar sein.

6.3 Prüfbedingungen im Fall von äußeren Einflüssen

Diese Norm berücksichtigt nur PP, bei welchen nur ein POC bei Messungen berücksichtigt wird.

Der typische Aufbau besteht in einer Anzahl von Speiseleitungen in das Kraftwerk (PP), die allen in einen (Windpark-) Stationstransformator einspeisen. Der POC ist üblicherweise die HV-Seite des selben Transformators.

Messungen, die eindeutig durch äußere Einflüsse, z. B. von einem an dieselbe Station angeschlossenen, benachbarten Kraftwerk, beeinträchtigt werden, müssen auf eine Weise durchgeführt werden, welche diese Einflüsse auf ein Mindestmaß senkt.

ANMERKUNG Zum Beispiel: Spannungsregelung, wenn zwei PP an der selben Station angeschlossen sind und das Blindleistungsverhalten des einzelnen Windparks stark vom Erwarteten abweichen kann. In diesem Fall ist die beste Lösung zur Durchführung dieser Prüfung ein Betrieb des PP-Prüflings in der Betriebsart mit Spannungsregelung und das Einstellen jedes anderen PP am selben POC bei Betriebsart mit Blindleistungsregelung, mit einem festen Sollwert zur Minimierung des Einflusses von den anderen PP.

Für Messungen der Spannungsqualität ist es wichtig zu berücksichtigen, ob Messungen durch Hintergrundrauschen beeinflusst werden. Siehe IEC 61400-21-1, Anhang D, für Verfahren zur Unterscheidung zwischen Hintergrundrauschen und echten Oberschwingungsemissionen.

6.4 Prüf- und Messeinrichtungen

Die Einrichtungen zur Durchführung der Messungen auf der POC-Ebene erfordern verschiedenen Eigenschaften in Abhängigkeit von den zu messenden Kenngrößen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

Unter Berücksichtigung, ob Wirk- oder Blindleistung geregelt werden, sind vorhandenen Messeinrichtungen in der Station des Windkraftwerks ausreichend, sofern sie die erforderlichen Werte aufweisen.

In Bezug auf Aspekte der Spannungsqualität sind jedoch kalibrierte Einrichtungen mit spezifischen Eigenschaften entsprechend 6.4.2 gefordert.

In beiden Fällen muss der Zeitstempel eingefügt werden, um die verschiedenen Signale und Sollwerte synchronisieren zu können, die möglicherweise von anderen Geräten oder vom SCADA-System aufgezeichnet werden. Der Zeitstempel wird entsprechend den Angaben in IEC 61000-4-30 eingefügt. Die Präzision entspricht der Norm IEC 61850-9-3 (Communication networks and systems for power utility automation – Part 9-3: Precision time protocol profile for power utility automation).

6.4.1 Spannungs-, Strom- und Leistungberechnungen

Die Werte von Wirkleistung und Blindleistung sowie die Mit-, Gegen- und Nullkomponenten von Wirkstrom und Blindstrom, der Leistungsfaktor und Spannungen können entsprechen IEC 61400-21-1, Anhang C, auf der Grundlage der Momentanphasenspannungen und -ströme berechnet werden.

6.4.2 Messeinrichtungen

Die Messunsicherheit der Messeinrichtungen muss im Messbericht erklärt und angegeben werden.

Die Abtastrate für Messungen von Oberschwingungen bis zur 50ten Ordnung, muss mindestens 6 kHz betragen.

Zwischenharmonische und höhere Frequenzanteile müssen mittels Verwendung einer Abtastrate von mindestens 20 kHz gemessen werden, um sicherzustellen, dass Frequenzanteile bis 9 kHz gemessen werden können.

Sofern vorhandene Einrichtungen auf der HV-Seite verwendet werden, müssen die Präzision und die Frequenzkennlinie angegeben werden. Sofern Spannungs- und Stromtransformatoren verwendet werden, müssen sie Klasse 1.0 entsprechen.

- Stromtransformatoren müssen IEC 61689-2 entsprechen.
- Spannungstransformatoren müssen IEC 61689-3 entsprechen.

Ein Überblick zu verschiedenen Spannungs- und Strommesseinrichtungen, ihre übliche Anwendungsbandbreite und ihre Beschränkungen sind in Anhang D angegeben.

6.4.3 Vorhandene Messeinrichtungen für Prüfungen der Leistungsregelung

Zum Nachweis der Wirk- oder Blindleistungsregelung dürfen die vorhandenen Messeinrichtungen in der Station des Windkraftwerks verwendet werden. Die Messeinrichtungen müssen die geforderten Daten und Werte, entsprechend dem betreffenden Abschnitt, bereitstellen. Die Mindest-Aktualisierungsfrequenz beträgt 10 Hz. Der vom SCADA-System erhaltene Regelsollwert muss in geeigneter Weise mit den Zeitstempeln der Messungen synchronisiert werden.

6.4.4 Wahlfreie Messungen

Windgeschwindigkeit:

In dieser Norm werden die Windgeschwindigkeitsdaten nicht als obligatorische Informationen angesehen, die in den vorgeschlagenen Prüfbericht, dargestellt in Anhang A, aufzunehmen wären. Die Windgeschwindigkeitsdaten können jedoch zu den Messungen hinzugefügt werden, indem die Daten vom SCADA-System zur Dokumentation der Messungen verwendet und statistische Informationen ergänzt werden. Dies wäre nur möglich, wenn die Signale zweckmäßig, wie vorgenannt angegeben, synchronisiert wurden.

Benachbarte Kraftwerke

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07

In dieser Norm wird der Einfluss oder die Energieerzeugung benachbarter Kraftwerke (PP) nicht als obligatorische Information angesehen. Der Einfluss benachbarter Kraftwerke kann als zusätzliche Dokumentation zu den Messungen hinzugefügt werden.

6.5 Leitfaden für Prüfungen

Das Verfahren zur Bewertung des Verhaltens des Kraftwerks (PP) ist im Wesentlichen abhängig vom Spannungspegel am POC, dem Einfluss des PP auf das Stromversorgungsnetz im Verhältnis zur Größe des PP, der installierten Kapazität des PP und dem Kurzschlusspegel.

Die Validierung der Regelungsfunktionen am PP ist eine Kombination des Betriebsverhaltens der einzelnen PGU, jeglicher zusätzlicher Kraftwerkskomponenten, des Kommunikationssystems und des Kraftwerksreglers (PPC).

Das Regelverhalten des PP kann mittels Kombination von Betriebsverhaltensprüfungen vor Ort nachgewiesen werden, wobei Funktionalitätsprüfungen an einem Aufbau der Hardware in der Schleife (HIL) einschließlich eines Simulators durchgeführt werden.

Die Validierungsprüfungen sind dafür in zwei Teile unterteilt:

(1) **Betriebsverhaltensprüfungen** – standortspezifische Prüfungen einschließlich des PPC – festgelegt in 8.1;

(2) **Funktionalitätsprüfungen** – spezifischer Prüfaufbau (HIL-Prüfung) oder standortspezifische Prüfungen einschließlich des PPC – festgelegt in 8.2.

Funktionalitätsprüfungen können an einem spezifischen Prüfaufbau (HIL-Prüfung) oder am Standort durchgeführt werden.

Betriebsverhaltensprüfungen sind standortabhängig (z. B. Anzahl von Windenergieanlagen, Verkabelung, Netzverhalten, ...) und es gibt viele Variablen, welche die Ergebnisse beeinflussen könnten. Daher müssen diese Prüfungen an jedem spezifischen Standort durchgeführt werden.

Funktionalitätsprüfungen sind abhängig von einer ordnungsgemäßen Implementierung geforderter Funktionalitäten (z. B. P(f)-Kennlinien, Q(u)-Kennlinien, Rückfall-Szenarien (Fallback), usw.). Deshalb sind diese weniger standortabhängig und lassen eine Prüfungen dieser Funktionalitäten auf eine allgemeine Weise an einem Prüfaufbau zu (HIL-Prüfung).

Betriebsverhaltensprüfungen und Funktionalitätsprüfungen bilden zusammen mit den PPC-Prüfungen das vollständige Regelverhalten des Kraftwerks (PP) ab. Die Prüfverfahren für die verschiedenen Prüfungen sind in Abschnitt 8 festgelegt.

In Anhang C ist ein Leitfaden dafür enthalten, welche Prüfungs- und Bewertungsverfahren (Messungen, Simulationsvalidierung, Funktionsprüfungen, usw.) für die Validierung des Betriebsverhaltens des Kraftwerks empfohlen werden, abhängig von der Größe des PP, dem Kurzschlusspegel und dem Spannungspegel am POC.

6.6 Kraftwerksregler

Die folgenden Abschnitte enthalten Beschreibungen des allgemeinen Prüfaufbaus für Prüfungen des Kraftwerksreglers PPC).

6.6.1 Festlegungen und Anforderungen

In Bild 3 (Blindleistungsregelung) und Bild 4 (Wirkleistungsregelung) ist eine allgemeine Struktur eines Kraftwerksreglers (PPC) innerhalb des Kraftwerks, dargestellt.

Für die externe Kommunikation (z. B. Sollwerte vom Anlagenbetreiber) zum PP wird eine Schnittstelle verwendet. Diese Schnittstelle überträgt die externen Sollwerte an die PPC. Die Schnittstelle wandelt

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61400-21-2:2021-07