

| | | | |
|--|---|-------------------|----------------------|
|  | GENERAL CHARACTERISTICS MANUAL | Code: GD366117-de | Rev: 2 |
| | | Date: 28/08/18 | Pg. 1 of 4 |
| Documentation Type: STD - Support | Title: PERDOC_GERMANY_Safety Concept | Approval process: | Electronic: PDM Flow |
| Deliverable: S12 | | Prepared: | KHARMTANN |
| | | Verified: | ZBARISIC |
| | | Approved: | JVILLANUEVA |
| <p>The present document, its content, its annexes and/or amendments (the "Document") has been drawn up by GAMESA CORPORACIÓN TECNOLÓGICA, S.A. ("Gamesa") for information purposes only, and contains private and confidential information regarding Gamesa and its subsidiaries (the "Company"), directed exclusively to its addressee. Therefore it must not be disclosed, published or distributed, partially or totally, without the prior written consent of Gamesa, and in any case expressly indicating the fact that Gamesa is the owner of all the intellectual property. All the content of the Document, whether it is texts, images, brands, trademarks, combination of colours or any other element, its structure and design, the selection and way of presenting the information, are protected by intellectual and industrial property rights owned by Gamesa, that the addressee of the Document must respect. In particular (notwithstanding the general confidentiality obligation), the addressee shall not reproduce (except for private use), copy, transform, distribute or publish to any other third party, any of the information, totally or partially.</p> | | | |

INDEX

| | |
|---|---|
| INDEX | 1 |
| 1 EINLEITUNG | 2 |
| 2 REFERENZEN | 2 |
| 3 BESCHREIBUNG DES SICHERHEITSKONZEPT DER WEA..... | 2 |
| 3.1 SYSTEME ZUR VORBEUGUNG DER ÜBERDREHZAHL..... | 2 |
| 3.2 BREMSSYSTEM | 2 |
| 3.3 BLITZSCHUTZSYSTEM | 2 |
| 3.4 WINDNACHFÜHRUNGSSYSTEM-STEUERUNGSMEECHANISMUS | 3 |
| VERDRILL-VORRICHTUNG..... | 3 |
| SCHUTZ GEGEN MAXIMALE VERDRILLUNG | 3 |
| 3.5 ÜBERWACHUNGSSYSTEM (SCADA) | 4 |

RECORD OF CHANGES

| Rev. | Date | Author | Description |
|------|----------|----------------|---|
| 0.0 | 13/03/18 | OLA / SNEUMANN | Initial version |
| 1.0 | 01/07/18 | OLA | Language improvement and correction of typos. |
| 2.0 | 28/08/18 | KHARTMANN | Made applicable to more WTG types (6.x-plattform) |

| | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|------------|
|  | GENERAL CHARACTERISTICS MANUAL | Code: GD366117-de | Rev: 2 |
| | | Date: 28/08/18 | Pg. 2 of 4 |
| Title: PERDOC_GERMANY_Safety Concept | | | |

1 EINLEITUNG

Mit diesem Dokument werden die Systeme beschrieben, die Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) Windenergieanlagen (WEA) vom Typ SG 4.5-145 und SG 6.x vor gefährlichen Situationen schützen.

2 REFERENZEN

Ref[1] GD366120_R2_PERDOC_GERMANY_Lightning Protection / Blitzschutz.

3 BESCHREIBUNG DES SICHERHEITSKONZEPT DER WEA

Der Überblick über das Sicherheitskonzept ist in folgende fünf Punkte unterteilt:

- Überdrehzahlschutz der WEA
- Bremssystem
- Blitzschutzsystem
- Windnachführungssystem-Steuerungsmechanismus
- Überwachungssystem (SCADA)

3.1 SYSTEME ZUR VORBEUGUNG DER ÜBERDREHZAHL

Die Windenergieanlage besitzt zwei unabhängige Systeme, um den Rotor im Falle zu hoher Geschwindigkeiten anzuhalten und somit deren Unversehrtheit sicherzustellen:

- Die Messungen der Generator- und Rotorgeschwindigkeit werden von der Steuerung benutzt, um eine mögliche Überdrehzahl zu erkennen. Sollte es eine Überdrehzahl geben, dann werden Alarme wegen zu hoher Generator- und/oder Rotorgeschwindigkeit ausgelöst.
- Ein externes Schutzgerät benutzt eine der Sensormessungen an der langsam drehenden Welle, um direkt die Notfallsequenz auszulösen, falls es eine Übergeschwindigkeitssituation feststellt. In diesem Fall wird ein OGS-Alarm registriert. Betrieb und Auslösung des OGS sind unabhängig von der Funktion der Steuerung, d.h. die Redundanz ist sichergestellt.

3.2 BREMSSYSTEM

Das Leistungsvermögen der Hauptbremse basiert auf der aerodynamischen Bremse. Wenn eine Fehlersituation erkannt wird und der Betriebsstatus der WEA auf Stopp oder Notfall gestellt wird, werden die drei Rotorblätter mit Hilfe des Notfallhydrauliksystems mit konstanter Drehgeschwindigkeit aus dem Wind gepitcht. Dadurch wird das aerodynamische Drehmoment reduziert, wodurch der Rotor gebremst wird.

Außer der aerodynamischen Bremse verfügt die WEA über eine mechanische Bremse. Diese Bremse wird verwendet, um die WEA in den Parkzustand zu versetzen (z.B. aufgrund von Servicearbeiten oder eines Notfallstopps). Außerdem muss die Drehzahl des Generators unterhalb eines festgelegten Wertes liegen, damit diese auslöst.

3.3 BLITZSCHUTZSYSTEM

Es gibt ein spezielles Dokument zur Funktionsbeschreibung dieses Systems. Ref. [1]

| | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|------------|
|  | GENERAL CHARACTERISTICS MANUAL | Code: GD366117-de | Rev: 2 |
| | | Date: 28/08/18 | Pg. 3 of 4 |
| Title: PERDOC_GERMANY_Safety Concept | | | |

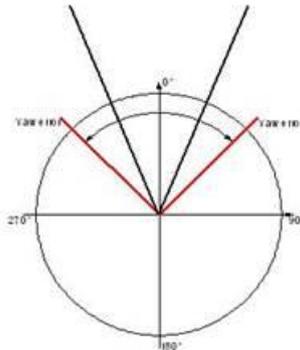
3.4 WINDNACHFÜHRUNGSSYSTEM-STEUERUNGSMECHANISMUS

Die Ausrichtungsstrategie der Anlage beruht auf dem Ausrichtungssensor und dem Wert der Windstärke.

Bei niedrigen Windgeschwindigkeiten ist die Windrichtung sehr variabel und nur schwer zu bestimmen. Unter diesen Umständen wird das Dreh-/Azimutsystem nicht aktiviert, da der Nutzen gering wäre und das Azimutsystem unnötig belastet würde. Auch vom Standpunkt der Lasten her ist die Aktivierung des Azimutsystems nicht nötig, da eine ungünstige Ausrichtung zum Wind bei schwachem Wind die Struktur nicht nennenswert belastet.

Die Ausrichtungsstrategie berücksichtigt daher sowohl die Ausrichtungsabweichung als auch die Windstärke, um einen optimalen Betrieb des Windnachführungssystems gewährleisten zu können.

Die WEA verfügt über einen Ausrichtungssensor, der die Informationen über die Ausrichtungsabweichungen in Grad ($0^\circ - 360^\circ$) der Gondel zur Windrichtung liefert. Wenn der zulässige Abweichungsbereich überschritten wird (rote Linien), aktiviert die Steuerung je nach Fall entsprechend die Motoren (drehen im Uhrzeigersinn (CW) oder gegen den Uhrzeigersinn (CCW)). Sobald die Ausrichtung eingeleitet ist, wird die Anlage erst dann als ausgerichtet betrachtet, wenn die Abweichung innerhalb der Gradzahl liegt, die durch den inneren Kegel abgegrenzt wird (schwarze Linien). Der Algorithmus dient also dazu, die Gondel auszurichten, wenn die gefilterte Abweichung hoch und die Windstärke über V_{in} liegt.



Verdrill-Vorrichtung

Zur Steuerung der Kabelverdrillung erhält das Steuerungssystem Informationen vom Positionssensor des Azimutsystems. Zweck dieser Routine ist es, die Leistungskabel der Windenergieanlage zu schützen ohne die Energieerzeugung zu beeinträchtigen. Hierbei gibt es zwei mögliche Fälle:

- Die Anlage erzeugt Energie und die Kabel werden bis zum Grenzwert aufgerollt/verdrillt ($\pm N$ turns,). In diesem Fall schaltet die WEA auf Pause und rollt die Kabel ab.
- Die Anlage steht bei ein durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von unter V_{in} und die Kabel sind mindestens „Nturns/2“ Umdrehungen aufgerollt/ verdrillt. In diesem Fall schaltet die WEA auf Pause und rollt die Kabel ab.

Schutz gegen maximale Verdrillung

Die Steuerungseinrichtung prüft aufgrund der über die Encoder erhaltenen Daten die Anzahl der Umdrehungen und dadurch, ob sich die Verdrillung innerhalb der zulässigen Grenzen befindet. Gleichzeitig sind auf Nocken basierende Sensoren vorhanden, die erkennen, wenn die Verdrillung bestimmte Werte überschritten hat. Wenn der Höchstwert erreicht ist, kann der Wert der Nocke selbst die Notfallserie auslösen, um die WEA in einem sicheren Zustand zu halten.

| | | | |
|---|--------------------------------|-------------------|------------|
|  | GENERAL CHARACTERISTICS MANUAL | Code: GD366117-de | Rev: 2 |
| | | Date: 28/08/18 | Pg. 4 of 4 |
| Title: PERDOC_GERMANY_Safety Concept | | | |

3.5 ÜBERWACHUNGSSYSTEM (SCADA)

Zusätzlich zu der oben beschriebenen Sicherheitskette können auch alle systemspezifischen Variablen und Betriebsparameter über das SCADA-System überwacht werden.

Die WEA wird in kontrollierter Form abgeschaltet oder notgestoppt, wenn bestimmte Ereignisse eintreten, oder wenn die Parameter außerhalb des festgelegten Betriebsbereichs liegen.

Alle Betriebsparameter des Windparks werden gespeichert. Die Daten der WEA von sechzig Monaten sind direkt über den Zugriff auf den Verlauf verfügbar. Insgesamt sind die Daten über 20 Jahre im Offline-Modus verfügbar (dazu ist eine manuelle Wiederherstellung erforderlich).