

**NORME
INTERNATIONALE**

**CEI
IEC**

**INTERNATIONAL
STANDARD**

1400-1

Première édition
First edition
1994-12

Aérogénérateurs –

**Partie 1:
Spécifications de sécurité**

Wind turbine generator systems –

**Part 1:
Safety requirements**

© IEC 1994 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Généralités	10
1.1 Domaine d'application et objet	10
1.2 Références normatives	10
1.3 Définitions	12
1.4 Symboles et unités	24
1.5 Abréviations	26
2 Eléments principaux	28
2.1 Généralités	28
2.2 Méthodes de conception	28
2.3 Catégories de sécurité	28
2.4 Assurance de la qualité	28
3 Conditions externes	30
3.1 Généralités	30
3.2 Catégories d'aérogénérateurs	32
3.3 Conditions de vent	34
3.4 Autres conditions d'environnement	42
3.5 Conditions du réseau électrique	44
3.6 Conditions du sol	46
4 Conception de la structure	48
4.1 Généralités	48
4.2 Méthodologie de conception	48
4.3 Charges	48
4.4 Situations de projet et cas de charge	50
4.5 Calculs de charges	56
4.6 Facteurs partiels de sécurité	58
5 Systèmes de contrôle et de protection	64
5.1 Généralités	64
5.2 Contrôle de l'aérogénérateur	64
5.3 Protection de l'aérogénérateur	64
5.4 Exigences de fonctionnement du système de contrôle et de protection	66
6 Système électrique	68
6.1 Généralités	68
6.2 Stipulations générales pour le système électrique	68
6.3 Sous-système électrique de l'AG	74
6.4 Système de collecte de puissance	76

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 General	11
1.1 Scope and object	11
1.2 Normative references	11
1.3 Definitions	13
1.4 Symbols and units	25
1.5 Abbreviations	27
2 Principal elements	29
2.1 General	29
2.2 Design methods	29
2.3 Safety classes	29
2.4 Quality assurance	29
3 External conditions	31
3.1 General	31
3.2 WTGS classes	33
3.3 Wind conditions	35
3.4 Other environmental conditions	43
3.5 Electrical network conditions	45
3.6 Soil properties	47
4 Structural design	49
4.1 General	49
4.2 Design methodology	49
4.3 Loads	49
4.4 Design situations and load cases	51
4.5 Load calculations	57
4.6 Partial safety factors	59
5 Control and protection systems	65
5.1 General	65
5.2 Wind turbine control	65
5.3 Wind turbine protection	65
5.4 Functional requirements of the control and protection system	67
6 Electrical system	69
6.1 General	69
6.2 General requirements for the electrical system	69
6.3 WTGS electrical sub-system	75
6.4 Power collection system	77

Articles	Pages
7 Installation, assemblage et montage	78
7.1 Généralités	78
7.2 Plan de travail	78
7.3 Conditions d'installation	80
7.4 Accès au site	80
7.5 Conditions d'environnement	80
7.6 Documentation	80
7.7 Réception, manutention et stockage	80
7.8 Fondations et systèmes d'ancrage	82
7.9 Assemblage des aérogénérateurs	82
7.10 Montage des aérogénérateurs	82
7.11 Attaches et fixations	82
7.12 Grues, palans et équipement de levage	82
7.13 Montage aéroporté	84
7.14 Montage en site marin	84
8 Mise en service, fonctionnement et maintenance	86
8.1 Généralités	86
8.2 Mise en service	86
8.3 Fonctionnement	86
8.4 Inspection et maintenance	90
Tableaux	
1 Paramètres de base par catégorie d'aérogénérateur	32
2 Liste des cas de charge	52
3 Facteurs partiels de sécurité des charges	60
B.1 Paramètres spectraux de turbulence pour le modèle de Kaimal	94
Annexes	
A Paramètres de conception décrivant l'AG de la catégorie S	94
B Modèles stochastiques de turbulence	96
C Description déterministe de la turbulence	100
D Bibliographie	104

Clause	Page
7 Installation, assembly and erection	79
7.1 General	79
7.2 Work plan	79
7.3 Installation conditions	81
7.4 Site access	81
7.5 Environmental conditions	81
7.6 Documentation	81
7.7 Receiving, handling and storage	81
7.8 Foundation/anchor systems	83
7.9 Assembly of WTGS	83
7.10 Erection of WTGS	83
7.11 Fasteners and attachments	83
7.12 Cranes, hoists and lifting equipment	83
7.13 Aircraft erection	85
7.14 Offshore erection	85
8 Commissioning, operation and maintenance	87
8.1 General	87
8.2 Commissioning	87
8.3 Operations	87
8.4 Inspection and maintenance	91
Tables	
1 Basic parameters for wind turbine classes	33
2 List of load cases	53
3 Partial safety factors for loads	61
B.1 Turbulence spectral parameters for the Kaimal model	95
Annexes	
A Design parameters for describing class S WTGS	95
B Stochastic turbulence models	97
C Deterministic turbulence description	101
D Bibliography	105

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AÉROGÉNÉRATEURS -

Partie 1: Spécifications de sécurité

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La Norme internationale CEI 1400-1 a été établie par le comité d'études 88 de la CEI: Systèmes à turbo-générateurs éoliens.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
88(BC)5	88(BC)7

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

Les annexes A, B et C font partie intégrante de cette norme.

L'annexe D est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WIND TURBINE GENERATOR SYSTEMS –

Part 1: Safety requirements

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

International Standard IEC 1400-1 has been prepared by IEC technical committee 88: Wind turbine generator systems.

The text of this standard is based on the following documents:

DIS	Report on voting
88(CO)5	88(CO)7

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

Annexes A, B and C form an integral part of this standard.

Annex D is for information only.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 1400 définit les prescriptions minimales de sécurité pour les aérogénérateurs et ne prétend pas être un manuel exhaustif d'instructions ou de spécifications de conception.

Les dérogations aux prescriptions de la présente norme sont autorisées à condition d'apporter la preuve que la sécurité du système n'est pas compromise suite à de telles dérogations. Toutefois aucune dérogation aux prescriptions de l'article 3 n'est admise.

La conformité à cette norme ne décharge aucune personne, organisation ou société de la responsabilité de satisfaire à tout autre règlement applicable.

Withdrawn

INTRODUCTION

This part of IEC 1400 outlines minimum safety requirements for wind turbine generator systems and is not intended for use as a complete design specification or instruction manual.

Any of the requirements of this standard may be waived if it can be suitably demonstrated that the safety of the system is not compromised. Nevertheless, this waiver does not apply to clause 3.

Compliance with this standard does not relieve any person, organization, or corporation of the responsibility of observing other applicable regulations.

Withdrawn

AÉROGÉNÉRATEURS –

Partie 1: Spécifications de sécurité

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 1400 traite de la philosophie relative à la sécurité, à l'assurance de la qualité et à l'intégrité de l'ingénierie, et elle spécifie les prescriptions relatives à la sécurité des aérogénérateurs (AG), comprenant leur conception, leur installation et leur maintenance, ainsi que leur exploitation dans des conditions spécifiques d'environnement. Le but de cette norme est de fixer un niveau approprié de protection contre les risques et dommages que ces systèmes pourraient causer pendant leur durée de vie.

Cette norme s'applique aux AG ayant une surface balayée égale ou supérieure à 40 m². Elle s'applique également à tous les sous-systèmes des AG tels que les mécanismes de contrôle et protection, les circuits électriques internes, les systèmes mécaniques, les structures de support, les fondations et les équipements d'interconnexion électrique.

Il convient d'utiliser cette norme en relation avec les normes CEI/ISO appropriées.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 1400. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 1400 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 38: 1983, *Tensions normales de la CEI*

CEI 227: *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V*

CEI 245: *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension nominale au plus égale à 450/750 V*

CEI 287: 1982, *Calcul du courant admissible dans les câbles en régime permanent (facteur de charge 100 %)*

CEI 364: *Installations électriques des bâtiments*

CEI 364-5-54: 1980, *Installations électriques des bâtiments – Cinquième partie: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques – Chapitre 54: Mises à la terre et conducteurs de protection*

CEI 529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

WIND TURBINE GENERATOR SYSTEMS –

Part 1: Safety requirements

1 General

1.1 Scope and object

This part of IEC 1400 deals with safety philosophy, quality assurance and engineering integrity, and specifies requirements for the safety of wind turbine generator systems (WTGS), including design, installation, maintenance, and operation under specified environmental conditions. Its purpose is to provide the appropriate level of protection against damage from all hazards from these systems during their planned lifetime.

This standard applies to WTGS with swept area equal to or larger than 40 m². This standard is also concerned with all sub-systems of WTGS such as control and protection mechanisms, internal electrical systems, mechanical systems, support structures, foundations and the electrical interconnection equipment.

This standard should be used together with the appropriate IEC/ISO standards.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 1400. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 1400 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 38: 1983, *IEC standard voltages*

IEC 227: *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 245: *Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 287: 1982, *Calculation of the continuous current rating of cables (100 % load factor)*

IEC 364: *Electrical installations of buildings*

IEC 364-5-54: 1980, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

CEI 721-2-1: 1982, *Classification des conditions d'environnement – Deuxième partie: Conditions d'environnement présentes dans la nature – Température et humidité*

CEI 1000: *Compatibilité électromagnétique (CEM)*

CEI 1024-1: 1990, *Protection des structures contre la foudre – Première partie: Principes généraux*

ISO 2394: 1986, *Principes généraux de la fiabilité des constructions*

ISO 9001: 1987, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en conception / développement, production, installation et soutien après la vente*

ISO 9002: 1987, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en production et installation*

ISO 9003: 1987, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en contrôle et essais finals*

Withdrawing

IEC 721-2-1 1982, *Classification of environmental conditions – Part 2: Environmental conditions appearing in nature – Temperature and humidity*

IEC 1000: *Electromagnetic compatibility (EMC)*

IEC 1024-1: 1990, *Protection of structures against lightning – Part 1: General principles*

ISO 2394: 1986, *General principles on reliability for structures*

ISO 9001: 1987, *Quality systems – Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing*

ISO 9002: 1987, *Quality systems – Model for quality assurance in production and installation*

ISO 9003: 1987, *Quality systems – Model for quality assurance in final inspection and test*

Withdrawn