

NORME INTERNATIONALE

CEI 61400-21

Première édition
2001-12

Aérogénérateurs –

Partie 21: Mesurage et évaluation des caractéristiques de qualité de puissance des éoliennes connectées au réseau

(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 61400-21:2001

<https://standards.iteh.ai/standards/iec/5295c6f0-97f4-48d0-aa54-6c69d10522f9/iec-61400-21-2001>

Cette version française découle de la publication d'origine bilingue dont les pages anglaises ont été supprimées. Les numéros de page manquants sont ceux des pages supprimées.



Numéro de référence
CEI 61400-21:2001(F)

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**

- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME INTERNATIONALE

CEI 61400-21

Première édition
2001-12

Aérogénérateurs –

Partie 21: Mesurage et évaluation des caractéristiques de qualité de puissance des éoliennes connectées au réseau

(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 61400-21:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/5295c6f0-97f4-48d0-aa54-6c69d10522f9/iec-61400-21-2001>

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés

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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX

X

Pour prix, voir catalogue en vigueur

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	12
3 Définitions	12
4 Symboles et unités	20
5 Abréviations	22
6 Paramètres caractéristiques de qualité de puissance de l'éolienne	24
6.1 Généralités	24
6.2 Données assignées	24
6.3 Puissance autorisée maximale	24
6.4 Puissance mesurée maximale	24
6.5 Puissance réactive	24
6.6 Fluctuations de tension	24
6.7 Harmoniques	26
7 Procédures de mesurage	28
7.1 Généralités	28
7.2 Données assignées	34
7.3 Puissance autorisée maximale	34
7.4 Puissance mesurée maximale	34
7.5 Puissance réactive	34
7.6 Fluctuations de tension	36
7.7 Harmoniques	46
8 Évaluation de la qualité de puissance	48
8.1 Généralités	48
8.2 Tension en régime établi	50
8.3 Fluctuations de tension	50
8.4 Harmoniques	56
Annexe A (informative) Modèle de format de rapport	58
Annexe B (informative) Fluctuations et papillotement de tension	68
Bibliographie	84
Figure 1 – Éléments constitutifs du système de mesurage	32
Figure 2 – Réseau fictif pour la simulation d'une tension fictive	36
Figure B.1 – Procédures de mesurage et d'évaluation du papillotement pendant le fonctionnement continu de l'éolienne	68
Figure B.2 – Procédures de mesurage et d'évaluation des variations de tension et du papillotement pendant les opérations de commutation de l'éolienne	70
Figure B.3 – Coefficients de papillotement $c(\psi_k)$ en fonction de la vitesse du vent	72

Tableau 1 – Spécifications des prescriptions pour les appareils de mesurage 32

Tableau 2 – Spécifications des exposants suivant la CEI 61000-3-6 56

Tableau B.1 – Nombre de mesures $N_{m,i}$ et fréquence d'occurrence de $f_{m,i}$ et $f_{y,i}$ pour chaque tranche de vitesses de vent, de la vitesse de démarrage jusqu'à 15 m/s..... 74

Tableau B.2 – Facteur de pondération w_i pour chaque tranche de vitesses de vent..... 74

Tableau B.3 – Somme totale des facteurs de pondération multipliée par le nombre de mesures pour toutes les tranches de vitesses de vent 76

Tableau B.4 – Distribution cumulée pondérée des coefficients de papillotement $Pr(c < x)$ pour chaque distribution de vitesses de vent..... 76

Tableau B.5 – Coefficients de papillotement résultants en fonctionnement continu..... 78

Tableau B.6 – Probabilités et centiles pour différentes vitesses du vent..... 78

Withdrawing

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

<https://standards.iteh.ai/standards/iec/5295c6f0-97f4-48d0-aa54-6c69d10522f9/iec-61400-21-2001>

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AÉROGÉNÉRATEURS –

Partie 21: Mesurage et évaluation des caractéristiques de qualité de puissance des éoliennes connectées au réseau

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61400-21 a été établie par le comité d'études 88 de la CEI: Systèmes à turbines éoliennes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
88/144/FDIS	88/150/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

Le but de la présente partie de la CEI 61400 est de fournir une méthodologie uniforme qui assurera la cohérence et la précision dans le mesurage et l'évaluation des caractéristiques de qualité de puissance des aérogénérateurs (en anglais: Wind Turbine Generator Systems ou WTGS) connectés au réseau. À cet égard, le terme «qualité de puissance» inclut les caractéristiques électriques de l'aérogénérateur qui influent sur la qualité de la tension du réseau auquel l'aérogénérateur est connecté. Cette norme a été préparée avec la perspective de son application par:

- le fabricant d'aérogénérateurs, s'efforçant de satisfaire à des caractéristiques bien définies de qualité de puissance;
- l'acheteur d'aérogénérateurs en spécifiant de telles caractéristiques de qualité de puissance;
- l'opérateur d'aérogénérateurs à qui il peut être prescrit de vérifier ce qui est stipulé ou que les caractéristiques de qualité de puissance sont satisfaites;
- le planificateur ou le régulateur de l'aérogénérateur, qui doit pouvoir déterminer, précisément et honnêtement, l'impact d'un aérogénérateur sur la qualité de la tension, pour s'assurer que l'installation est conçue de telle sorte que des prescriptions de qualité de tension soient respectées;
- l'autorité de certification de l'aérogénérateur ou l'organisme d'essai de composants, en évaluant les caractéristiques de qualité de puissance du type d'éolienne;
- le planificateur ou le régulateur du réseau électrique, qui doit pouvoir déterminer le raccordement au réseau requis pour un aérogénérateur.

Cette norme fournit des recommandations pour préparer le mesurage et l'évaluation des caractéristiques de qualité de puissance des aérogénérateurs connectés au réseau. La norme sera utile pour les acteurs concernés par la fabrication, la planification des installations, l'obtention des autorisations, l'exploitation, l'utilisation, les essais et la réglementation des aérogénérateurs. Il convient que les techniques de mesurage et d'analyse, recommandées dans cette norme, soient appliquées par tous les acteurs, pour s'assurer que le développement et l'exploitation continus des aérogénérateurs s'effectuent dans un climat de communication cohérent et précis.

Cette norme présente des procédures de mesurage et d'analyse prévues pour fournir des résultats cohérents qui pourront être reproduits par d'autres.

AÉROGÉNÉRATEURS –

Partie 21: Mesurage et évaluation des caractéristiques de qualité de puissance des éoliennes connectées au réseau

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 61400 comprend:

- la définition et la spécification des quantités à déterminer pour caractériser la qualité de puissance d'une éolienne connectée à un réseau;
- les procédures de mesurage pour quantifier les caractéristiques;
- les procédures pour évaluer la conformité aux prescriptions de qualité de puissance, y compris l'estimation de la qualité de puissance attendue d'un type d'éolienne, une fois déployée sur un site spécifique, éventuellement en groupes.

Les procédures de mesurage sont valides pour des éoliennes individuelles avec un raccordement triphasé au réseau, et tant que l'éolienne n'est pas exploitée avec une commande active de fréquence ou de tension à un emplacement quelconque du réseau. Les procédures de mesurage sont valides pour n'importe quelle taille d'éolienne; toutefois, cette norme prescrit uniquement des types d'éoliennes prévues pour un point de couplage commun au système MT ou HT, qui sont donc à essayer et à caractériser comme cela est spécifié dans cette norme.

Les caractéristiques mesurées sont uniquement valides pour la configuration spécifique de l'éolienne évaluée. D'autres configurations, y compris des paramètres de commande modifiés qui font que l'éolienne se comporte différemment eu égard à la qualité de puissance, nécessitent une autre évaluation.

Les procédures de mesurage sont conçues pour être aussi indépendantes du site que possible, de sorte que des caractéristiques de qualité de puissance, mesurées par exemple sur un site d'essai, puissent être considérées comme valides également sur d'autres sites.

Les procédures pour évaluer la conformité aux prescriptions de qualité de puissance sont valides pour des éoliennes avec le point de couplage commun au système MT ou HT, dans des réseaux d'énergie électrique à fréquence fixe à ± 1 Hz et avec des possibilités de régulation suffisantes de puissance active et réactive, et une charge suffisante pour absorber la production énergétique de l'éolienne. Dans les autres cas, les principes pour évaluer la conformité aux prescriptions de qualité de puissance peuvent toujours être utilisés comme guide.

NOTE 1 Cette norme emploie les termes suivants pour désigner la tension du système:

- basse tension (BT) s'applique à $U_n \leq 1$ kV;
- moyenne tension (MT) s'applique à $1 \text{ kV} < U_n \leq 35$ kV;
- haute tension (HT) s'applique à $U_n > 35$ kV.

NOTE 2 La question des interharmoniques n'est pas évoquée dans cette norme, cependant elle est à l'étude en attendant des procédures de mesurage et d'évaluation appropriées, qui sont à établir par le comité concerné de la CEI.

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 61400. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61400 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60034-1, Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement

CEI 60044-1, Transformateurs de mesure – Partie 1: Transformateurs de courant

CEI 60050(161), Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique

CEI 60050(393), Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 393: Instrumentation nucléaire: Phénomènes physiques et notions fondamentales

CEI 60050(415), Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 415: Aéro-générateurs

CEI 60186, *Transformateurs de tension*
Amendement 1 (1988)
Amendement 2 (1995)

CEI 60688, Transducteurs électriques de mesure convertissant les grandeurs électriques alternatives en signaux analogiques ou numériques

CEI 61000-4-7, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure- Section 7: Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés

CEI 61000-4-15, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure- Section 15: Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception

CEI 61800-3, Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 3: Norme de produit relative à la CEM incluant des méthodes d'essais spécifiques

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61400, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

fonctionnement continu

fonctionnement normal de l'éolienne à l'exclusion des opérations de démarrage et de coupure

3.2

vitesse de démarrage

vitesse du vent la plus basse à la hauteur du moyeu à partir de laquelle l'éolienne commence à fournir une puissance

[VEI 415-03-05]

3.3

coefficient de papillotement en fonctionnement continu

mesure normalisée de l'émission de papillotement pendant le fonctionnement continu de l'éolienne

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

où

$P_{st, fic}$ est l'émission de papillotement de l'éolienne sur le réseau fictif;

S_n est la puissance apparente assignée de l'éolienne;

$S_{k, fic}$ est la puissance apparente de court-circuit du réseau fictif.

NOTE Le coefficient de papillotement en fonctionnement continu est le même pour une période à court terme (10 min) et à long terme (2 h).

3.4

facteur de papillotement sur un échelon

mesure normalisée de l'émission de papillotement due à une opération de commutation unique de l'éolienne

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

où

T_p est la période de mesure qui doit être suffisamment longue pour assurer que la transition de l'opération de commutation a diminué, mais doit être limitée afin d'éviter des fluctuations possibles de la puissance dues à la turbulence;

$P_{st, fic}$ est l'émission de papillotement de l'éolienne sur le réseau fictif;

S_n est la puissance apparente assignée de l'éolienne;

$S_{k, fic}$ est la puissance apparente de court-circuit du réseau fictif.

3.5

puissance autorisée maximale (d'un aérogénérateur)

la puissance intégrée sur 10 min, qui ne doit pas être dépassée, quelles que soient les conditions météorologiques et celles du réseau

3.6

puissance mesurée maximale

la puissance mesurée maximale (avec un temps d'intégration spécifié) observée pendant le fonctionnement continu de l'éolienne

3.7

angle de phase de l'impédance du réseau

angle de phase de l'impédance de court-circuit du réseau:

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

où

X_k est la réactance de court-circuit du réseau,

R_k est la résistance de court-circuit du réseau.

3.8

fonctionnement normal

fonctionnement exempt de défaillance conforme à la description du manuel de l'aérogénérateur

[VEI 393-08-12, modifiée]

3.9

puissance de sortie (d'un aérogénérateur)

puissance électrique active fournie par l'aérogénérateur sur les bornes de l'éolienne

[VEI 415-04-02, modifiée]

3.10

point de couplage commun (PCC)

le point sur un réseau électrique, électriquement le plus proche d'une installation particulière, et auquel d'autres installations sont, ou peuvent être, connectées.

NOTE 1 Ces installations peuvent être soit des dispositifs, des équipements ou des systèmes.

NOTE 2 Dans certaines applications, le terme «point de couplage commun» est réservé aux réseaux publics.

[VEI 161-07-15, modifiée]

3.11

système de collecte de puissance (d'un aérogénérateur)

système électrique qui récupère l'énergie produite par une éolienne et la fournit à un réseau d'alimentation électrique

[VEI 415-04-06, modifiée]

3.12

puissance apparente assignée (d'un aérogénérateur)

la puissance apparente de l'aérogénérateur fonctionnant à la puissance assignée et à la tension nominale et à la fréquence nominale:

$$S_n = \sqrt{P_n^2 + Q_n^2}$$

où

P_n est la puissance assignée;

Q_n est la puissance réactive correspondante.

3.13

courant assigné (d'un aérogénérateur)

le courant de l'aérogénérateur fonctionnant à la puissance assignée et à la tension nominale et à la fréquence nominale

3.14

puissance assignée (d'un aérogénérateur)

puissance électrique maximale pour laquelle un aérogénérateur est conçu, et qu'il peut fournir en permanence, dans des conditions normales de fonctionnement

[VEI 415-04-03, modifiée]

3.15

vitesse du vent assignée (d'un aérogénérateur)

vitesse du vent pour laquelle une éolienne atteint sa puissance assignée

[VEI 415-03-04, modifiée]

3.16

puissance réactive assignée (d'un aérogénérateur)

la puissance réactive de l'aérogénérateur fonctionnant à la puissance assignée et à la tension nominale et à la fréquence nominale

3.17

arrêt

état d'un aérogénérateur immobilisé

[VEI 415-01-15]

3.18

démarrage (d'un aérogénérateur)

état transitoire d'une éolienne entre l'arrêt et la production de puissance

3.19

opération de commutation (d'un aérogénérateur)

démarrage ou commutation entre générateurs

3.20

intensité de turbulence

écart type de la vitesse du vent divisé par la vitesse moyenne du vent, quand l'écart type et la vitesse moyenne ont été déterminés à partir d'un même échantillonnage de vitesses de vent, pris sur un intervalle de temps spécifié

[VEI 415-03-25]

3.21

facteur de variations de tension

mesure normalisée du changement de tension dû à une opération de commutation de l'éolienne

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

où

$U_{\text{fic,min}}$ et $U_{\text{fic,max}}$ sont les valeurs efficaces sur une période, minimale et maximale de la tension phase-neutre sur le réseau fictif pendant l'opération de commutation;

U_n est la tension nominale entre phases;

S_n est la puissance apparente assignée de l'éolienne;

$S_{k,\text{fic}}$ est la puissance apparente de court-circuit du réseau fictif.

NOTE Le facteur de variations de tension k_u est semblable à k_i , qui est le rapport entre l'appel de courant maximal et le courant assigné, bien que k_u soit une fonction de l'angle de phase de l'impédance du réseau. La valeur la plus élevée de k_u sera numériquement proche de k_i .

3.22

aérogénérateur

système destiné à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie électrique

NOTE Dans cette norme un «aérogénérateur» est également dénommé «éolienne».

[VEI 415-01-02]

3.23

bornes de l'aérogénérateur

point faisant partie de l'aérogénérateur et identifié par le fournisseur comme point auquel l'aérogénérateur peut être connecté au système de collecte de puissance