

ANNEXE J

DONNÉES TECHNIQUES RELATIVES AU BRIDAGE

ACOUSTIQUE DE LA GE2.5

GE Energy

Technical Documentation Wind Turbine Generator Systems GE 2.5xl - 50 Hz & 60 Hz



Noise Emission Characteristics

Noise-reduced Operation according to IEC



GE imagination at work

GE Energy

GE Wind Energy GmbH
Germany
Hälsterfeld 16
48499 Salzbergen
T +49 0 5971 980 0
F +49 0 5971 980 1090

Gepower.com

Visit us at
www.gewindenergy.com

All technical data is subject to change in line with ongoing technical development.

Copyright and patent rights

This document is to be treated confidentially. It may only be made accessible to authorized persons. It may only be made available to third parties with the expressed written consent of GE Energy.

All documents are copyrighted within the meaning of the Copyright Act. The transmission and reproduction of the documents, also in extracts, as well as the exploitation and communication of the contents are not allowed without express written consent. Contraventions are liable to prosecution and compensation for damage. We reserve all rights for the exercise of commercial patent rights.

©2006 GE Energy. All rights reserved.



GE imagination at work

Table of Contents

1	General Information.....	5
2	Sound Power Levels.....	6
3	Sound Power Levels Depending on the Wind Speed.....	6
4	Uncertainty Levels.....	7
5	Tonality.....	7
6	Third Octave Band and Octave Band Spectra.....	8
Annex A:	L _{WA} Depending on the Wind Speed at a Height of 10 m.....	9
	100 m Hub Height.....	9

1 General Information

The Wind Turbine Generator System (WTG) GE 2.5xl can be run in noise-reduced operation (NRO) via the turbine controller without manual intervention. This is not a single fixed operating point but a range below the "standard" nominal operation which can be specified via parameter settings.

The turbine can normally be switched over depending on the time of day via the WTG control system, so that it runs e.g. in NRO at night and in normal operation during the day.

In practice, NRO will normally be exclusively restricted to night-time. The NRO specifications for the 2.5xl stated here presuppose a favorable maximum ambient temperature level of 30°C.

The noise emanating from the WTG GE 2.5xl is mainly determined by the broadband aerodynamic noise of the rotor blades which is directly dependent on the peripheral velocity and tip speed. The blade noise increases as the wind speed increases until the nominal rotor speed is reached.

A reduction in the sound power level is achieved by reducing and restricting the tip speed through a reduction in the rotor speed. The rated power level is also reduced, which results in a further positive effect on the sound power level owing to the earlier blade pitching.

The operating mode, and thus the maximum permissible noise emission, is preset in the control system via parameters. Reference values for the various sound power levels are given further on in this document.

The operating data continuously stored in the turbine computer by the control system enables a check to be carried out at any time as to whether the turbine is complying with or has complied with the specified operating state (rotational speed, performance). This provides proof of compliance with any requirements specified by the controlling authorities.

Details of the data stored by the turbine controller when the NRO is activated are provided in the document "Description of Data Management and Storage for VisuPro". Activation is time-controlled via a leaded time switch. The most important data in this regard is as follows:

- P_Act: 10 minutes mean value of the effective electrical power
- N_Rot: 10 minutes mean value of the rotor speed.

The respective operating state (NRO) can therefore be unambiguously identified by means of these two stored values. A subsequent check of the turbine can easily be carried out by collating the data recorded in the previous three months.

2 Sound Power Levels

The table below shows 10 minute mean values of the nominal turbine performance and rotor speed for Wind Turbine Generator Systems of the type 2.5xl for various reference sound power levels (L_{WA}).

The nominal values for the turbine performance and rotor speed in the various NRO operating modes may also be exceeded for a short time through gusts of wind by a max. 2 %. This has no relevant effect on the sound power level.

NRO label	Nom. turbine performance [kW]	Nominal rotor speed [rpm]	Reduced L_{WA} (max 3-10 m/s) [dB] ¹
Baseline	2500	14.1	
NRO 104	2390	13.5	104
NRO 103	2280	12.9	103
NRO 102	2180	12.3	102
NRO 101	2090	11.8	101
NRO 100	2000	11.3	100

Table 1: Noise-reduced operating modes

3 Sound Power Levels Depending on the Wind Speed

The table below shows calculated reference sound power levels depending on the wind speed.

Wind speed at hub height [m/s]	Baseline L_{WA} [dB]	NRO 104 L_{WA} [dB]	NRO 103 L_{WA} [dB]	NRO 102 L_{WA} [dB]	NRO 101 L_{WA} [dB]	NRO 100 L_{WA} [dB]
3	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96
4	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96
5	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96
6	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96
7	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4
8	102,4	102,4	102,4	102	101	100
9	105	104	103	≤ 102	≤ 101	≤ 100
10	≤ 105	≤ 104	≤ 103	≤ 102	≤ 101	≤ 100
≥ 11 ²	≤ 105	≤ 104	≤ 103	≤ 102	≤ 101	≤ 100

Table 2: Reference sound power levels

¹ $L_{WA(max 3-10 m/s)}$ means the maximum value for wind speeds between 3 and 10 m/s at a height of 10 m, based on measurements pursuant to IEC 61400-11 Edition 2, either for an individual turbine which is representative for this turbine class or as mean value for a series of plants.

² The cut-out wind speed depends on the type certification (GL / DIBt / IEC).

The corresponding wind speed at a height of 10 m depends on the hub height. It can be calculated by means of a logarithmic profile for the wind shear on the basis of a specified surface roughness.

$$V_{10m\ Height} = V_{Hub} \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{Hub\ height}{z_0}\right)} \quad 3$$

Typical values for the surface roughness (z_0) of turbines installed on land are 0.03 m to 0.05 m, depending on the terrain conditions. L_{WA} values depending on the wind speed at a height of 10 m for a series of standard hub heights and a surface roughness of $z_0 = 0.03$ m are stated in Annex A.

4 Uncertainty Levels

The average uncertainty levels for the noise emission characteristics and K-factors are derived from independent measurements. Their values depend on the probability level and the standard deviation for reproducibility (σ_R), as described in IEC 61400-14 TS ed. 1⁴. Because the K-factor depends on the quality of the measurements, the number of measurements and on local regulations, a fixed value is used to define the uncertainty band with respect to the reference sound power level.

An uncertainty band of **(K) = ± 3.0 dB(A)**⁵ is defined for all Wind Turbine Generator Systems of the type GE 2.5xl, also in noise-reduced operating modes.

5 Tonality

Irrespective of the wind speed, the hub height or the grid frequency, the GE 2.5xl Wind Turbine Generator Systems have a tonality of **(ΔL_b) ≤ 4 dB(A)** at the reference measuring point R_0 , i.e. at a ground distance from the turbine base equal to the hub height plus half the rotor diameter.⁶ This means that there is no significant audible tonality at a distance of more than 300 m from the WTG: $K_t = 0$.

³ Simplified from IEC 61400-11: 2002, Equation 7

⁴ Refers here to the unofficial version of IEC 61400-14 TS, ed. 1, marked as 'CDV' (committee draft for voting)

⁵ With reference to Annex B of the prEN50376 Draft European Standard "Declaration of sound power level and tonality values of wind turbines" Cenelec Brussels, July 2001.

⁶ R_0 and ΔL_b are defined here according to IEC 61400-11: 2002.

6 Third Octave Band and Octave Band Spectra

The following tables show the mean third octave band and the octave band spectra at a wind speed of 10 m/s at hub height for each of the noise-reduced operating modes.

Values with respect to the wind speed at a height of 10 m depend on the hub height and the surface roughness of the turbine. They can be derived from the following table by multiplying the respective values by the respective L_{WA} level with respect to the wind speed at a height of 10 m, as shown in Annex A, and dividing the result by the maximum reference sound power level for the respective noise-reduced operation, i.e. 104, 103, 102, 101 or 100 dB.

$$\text{Octave band value } (V_{i, 10 \text{ m}}) = \text{Octave band value } (V_{\text{Hub} = 10 \text{ m/s}}) \times L_{WA} (V_{i, 10\text{-m}}) / L_{WA, \text{max NRO}}$$

Note: The values of the octave band and third octave band spectra are for information only.

Octave band values	Baseline L_{WA} [dB]	NRO 104 L_{WA} [dB]	NRO 103 L_{WA} [dB]	NRO 102 L_{WA} [dB]	NRO 101 L_{WA} [dB]	NRO 100 L_{WA} [dB]
63	72.3	71.5	70.8	70.0	69.3	68.6
125	95.0	94.0	93.1	92.0	91.0	90.0
250	100.3	99.3	98.3	97.2	96.2	95.2
500	98.3	97.3	96.3	95.3	94.2	93.3
1000	93.7	92.7	91.8	90.8	89.8	88.9
2000	97.0	96.0	95.1	94.1	93.0	92.1
4000	95.5	94.5	93.6	92.6	91.6	90.6
8000	72.1	71.3	70.6	69.8	69.0	68.3
Total	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0

Table 3: Octave band values

Annex A: L_{WA} Depending on the Wind Speed at a Height of 10 m

The following tables show calculated L_{WA} reference values for an 100 m hub height depending on the wind speed at a height of 10 m. The wind speed is converted by means of a logarithmic wind profile, whereby a surface roughness (z) of 0.03 m, which is representative for the average roughness conditions inland, is taken as a basis. Information about other combinations of surface roughness and hub height is available on inquiry.

100 m Hub Height

Wind speed at a height of 10 m [m/s]	NRO 105 L _{WA} [dB]	NRO 104 L _{WA} [dB]	NRO 103 L _{WA} [dB]	NRO 102 L _{WA} [dB]	NRO 101 L _{WA} [dB]	NRO 100 L _{WA} [dB]
3	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96
4	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96	≤ 96
5	99.3	99.3	99.3	99.3	99.3	99.3
6	103.0	103.0	102.6	≤ 102	≤ 101	≤ 100
7	≤ 105	≤ 104	≤ 103	≤ 102	≤ 101	≤ 100
8	≤ 105	≤ 104	≤ 103	≤ 102	≤ 101	≤ 100
≥ 9	≤ 105	≤ 104	≤ 103	≤ 102	≤ 101	≤ 100

Table - Annex 1: Sound power level – 100 m hub height

GE Energy

GE 2.5MW Option "Sound Power Management"

Introduction

En tant que fournisseur mondial de produits et services liés à l'énergie, General Electric investit largement dans le secteur des énergies renouvelables, en particulier pour la plateforme éolienne GE 2.5MW afin de s'adapter aux besoins Clients tels que la configuration machine, l'amélioration des rendements et les applications spécifiques à chaque site.

Ainsi la nouvelle option **SPM** "Sound Power Management" de l'aérogénérateur GE 2.5MW se focalise sur le besoin des marchés très spécifiques où la réglementation acoustique locale est particulièrement critique, et où le besoin de contrôler la puissance acoustique d'un aérogénérateur sur une grande plage de régime de vent est impératif.

L'option **SPM** "Sound Power Management" offre les propriétés suivantes :

- Sélection du mode **SPM** d'émission acoustique réduite à basses vitesses de vent
- Sélection du mode **SPM** d'émission acoustique réduite à hautes vitesses de vent
- Combinaison des deux modes **SPM** avec transition

De plus, l'option **SPM** offre les propriétés suivantes au niveau du parc éolien :

- Commutation mode "jour" et "nuit" (intervalle de temps)
- Commutation en fonction de la direction du vent (secteurs de vent)
- Organisation par groupe de machines

Configurations

L'option **SPM** "Sound Power Management" de l'éolienne GE 2.5MW est disponible sur les variantes suivantes :

- 2.5-100 (rotor de 100m de diamètre) pour les classes de vent IEC II et IEC III
- 2.5-103 (rotor de 103m de diamètre) pour la classe de vent IEC III
- Configurations standards de hauteur de moyeu



Figure 1. Aérogénérateurs GE 2.5MW en opération sur un site éolien Client.

Caractéristiques techniques

Les caractéristiques de l'option **SPM** "Sound Power Management" pour l'aérogénérateur GE 2.5MW pour les modes **SPM** basses vitesses, hautes vitesses et combinés sont les suivantes.

GE 2.5MW modes L-SPM "basse vitesse"

L'option **SPM** permet de sélectionner un mode de réduction d'émission acoustique parmi les modes nommés L-SPM "low wind speed" illustrés par la Figure 2.

Modes L-SPM "basse vitesse"

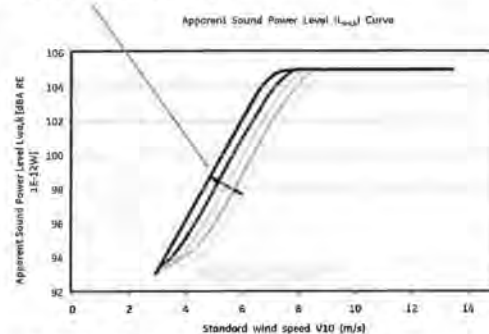


Figure 2. GE 2.5MW plage de sélection des modes d'émission acoustique réduite L-SPM à basses vitesses de vent

L-SPM propose quatre décrets de réduction de bruit (par pas de 1dB) relatifs à la courbe d'émission acoustique de référence GE 2.5MW, Soit une gamme de -1dB à -4dB pour la plage de vitesse V_{10} 3-7 m/s (vitesse à 10m du sol),

GE 2.5MW modes H-SPM "haute vitesse"

L'option SPM permet de sélectionner un mode de réduction d'émission acoustique parmi les modes H-SPM "high wind speed" illustrés par la Figure 3.

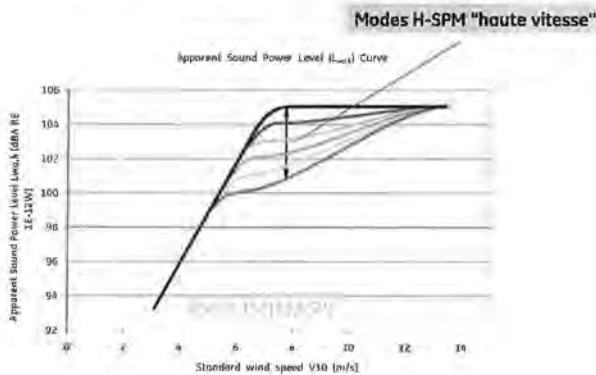


Figure 3. GE 2.5MW plage de sélection des modes d'émission acoustique réduite H-SPM à hautes vitesses de vent

H-SPM propose cinq décrets de réduction de bruit (par pas de 1dB) relatifs à la courbe d'émission acoustique de référence GE 2.5MW, Soit une gamme de -1dB à -5dB, pour la plage de vitesse supérieure à $V_{10} = 7$ m/s (vitesse à 10m du sol).

GE 2.5MW modes SPM combinés

Les modes L-SPM et H-SPM choisis se combinent de manière continue avec une transition intermédiaire progressive pour donner la courbe d'émission acoustique désirée.

Exemple d'application

Pour un site donné, le Client choisit deux configurations parmi les modes disponibles:

- Configuration 1 : L-SPM = -2dB et H-SPM = -1dB
- Configuration 2 : L-SPM = -3dB et H-SPM = -5dB

Les courbes d'émission acoustique résultantes des groupes de machines sont illustrées par les Figures 4 et 5.

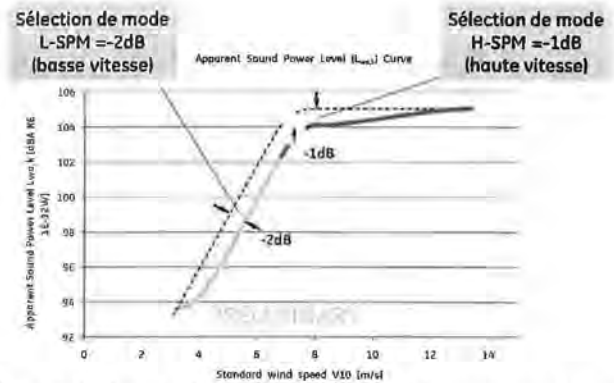


Figure 4. Configuration 1: GE 2.5MW courbe d'émission acoustique obtenue avec L-SPM=-2dB et H-SPM = -1dB

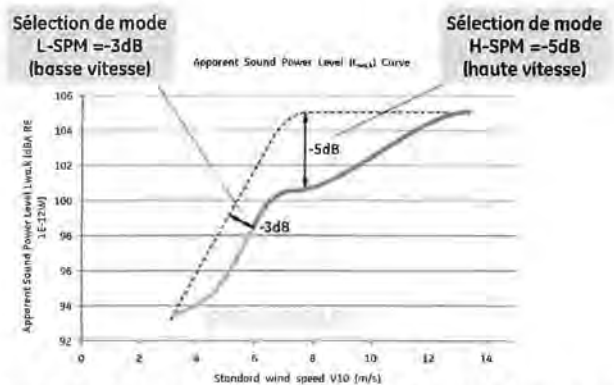


Figure 5. Configuration 2: GE 2.5MW courbe d'émission acoustique obtenue avec L-SPM=-3dB et H-SPM = -5dB

En résumé : La combinaison des modes SPM permet une grande souplesse de configuration des courbes d'émission acoustique GE 2.5MW à toute vitesse de vent.

Parc éolien à configuration acoustique programmable

L'option SPM offre également les possibilités suivantes:

- Commutation par mode "jour" et "nuit" (intervalle de temps)
- Commutation en fonction de la direction du vent (secteurs de vent)
- Organisation par groupe de machines (Figures 6)

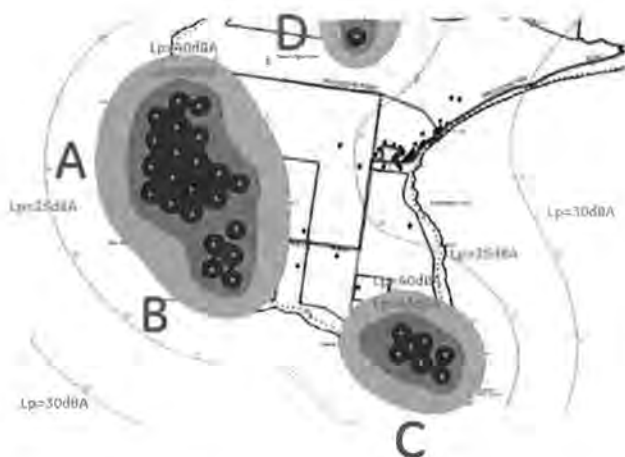


Figure 6. Cartographie d'émission acoustique d'un parc éolien avec configuration par groupes de machines A, B, C, D

Avec l'option **SPM**, il est donc possible de concevoir une gestion des paramètres de contrôle acoustique du parc éolien afin de réaliser l'objectif de cartographie d'émission acoustique (impact acoustique) tout en optimisant la production énergétique annuelle.

Besoins présents et futurs

Par ailleurs, l'option **SPM** "Sound Power Management" GE 2.5MW offre la possibilité de mettre à jour l'ensemble des paramètres de contrôle **SPM** afin de remodeler la cartographie d'émission acoustique du parc éolien. Par exemple :

- Modification des exigences acoustiques
- Modification de l'environnement externe au parc éolien (nouvelles constructions, etc.)
- Evolutions après-vente offertes pour les aérogénérateurs GE 2.5MW
- Ajout d'aérogénérateurs supplémentaires

L'option **SPM** vise à répondre aux besoins spécifiques du parc éolien Client depuis la phase initiale de construction puis tout au long de la vie du parc en s'adaptant aux changements futurs (évolutions technologiques de l'aérogénérateur GE 2.5MW ou extension du parc éolien).



Figure 7. Aérogénérateurs GE 2.5MW en opération sur un site éolien Client

Conclusion

Avec l'option **SPM**, l'aérogénérateur GE 2.5MW est ainsi doté d'une "empreinte acoustique" ajustable aux besoins site du Client, tout en bénéficiant de l'importante capacité de capture énergétique d'un rotor de grand diamètre.

Il est possible de réaliser un contrôle fin de l'ensemble du parc éolien équipé de GE 2.5MW avec l'option **SPM** pour répondre aux exigences acoustiques environnementales avec l'objectif de production électrique maximale pour le gisement de vent du site.

Pour plus d'information, veuillez contacter votre responsable commercial local ou visiter le site internet www.ge-energy.com/wind.