



Diagnostiquer un problème de stator en forme d'oeuf sur un alternateur hydroélectrique neuf

Données de la machine

Mise en service : 1995	Entrefer nominal : 13 mm/0,512 pouce	Sections du stator : 4
Puissance : 50 MW	Diamètre d'alésage du stator : 8,64 m/340,16 pouces	Clés du stator : 16
Vitesse : 94,7 rpm		Supports supérieurs intermédiaires : 16

Essais	Paramètres			
	Circularité du stator	Entrefer minimum	Excentricité du stator	Angle d'excentricité
Janvier 1996	7,8% ²	-17,3%	0,5%	213°
Septembre 1997	9,1%	-20,3%	1,6%	225°
Octobre 1999	11,0%	-22,1%	2,4%	211°
Juillet 2000	12,9%	-23,7%	2,6%	253°
Octobre 2000	9,5%	-21,6%	1,8%	243°
Mars 2003 ³	9,2%	-21,4%	1,4%	253°
Tolérances d'assemblage ⁴	7%	-13%	5%	

Tableau 1 : Évolution de l'entrefer, circularité du stator et paramètres d'excentricité du stator depuis la mise en service.

Depuis sa mise en service en 1995, le stator de ce nouvel alternateur s'est progressivement déformé en adoptant une forme d'œuf. En 1997, un rapport d'essais de comportement, produit par VibroSystem^{MD}, a révélé une détérioration anormale pour un stator d'alternateur de deux ans. Des discussions sur l'analyse du problème ont été entreprises avec le fabricant et une enquête fut initiée en 1999.

Le Tableau 1 de l'entrefer enregistré avec le système ZOOM^{MD} démontre que la forme du stator et le paramètre de l'entrefer minimum se sont constamment détériorés et ont même excédé les tolérances. En 1999, avant l'arrêt pour l'entretien annuel, la valeur de circularité du stator était 1,43 mm à pleine-charge à chaud avec un entrefer minimum de 9,98 mm (Figure 1). L'analyse de la dilatation thermique relative en se basant sur les données d'entrefer a dévoilé une dilatation anormalement faible en ce qui concerne le haut du stator dans les régions d'au moins trois capteurs (68°, 115°, 295°). Ces résultats ont convaincu l'utilisateur qu'un facteur quelconque gênait la dilatation uniforme du stator.

L'entrepreneur d'assemblage de l'alternateur a suggéré la vérification du déplacement au haut du stator plus précisément au niveau des 16 supports supérieurs intermédiaires. Celui-ci a aussi proposé de soulever et graisser les 16 assises du stator. L'alternateur fut inspecté de bas en haut et aucun signe de frottement ou de bris de soudure n'a été détecté. Un refroidisseur d'air a été enlevé afin d'accéder aux boulons d'ancrage pour en faire la vérification. À cette période, la douille ne semblait pas indiquer de problème. En effet, une légère amélioration de la dilatation du stator a été observée, mais quelques jours plus tard les données d'entrefer ont révélé que la forme de la circularité du stator continuait à se détériorer. Le graissage des assises du stator n'était pas la solution.

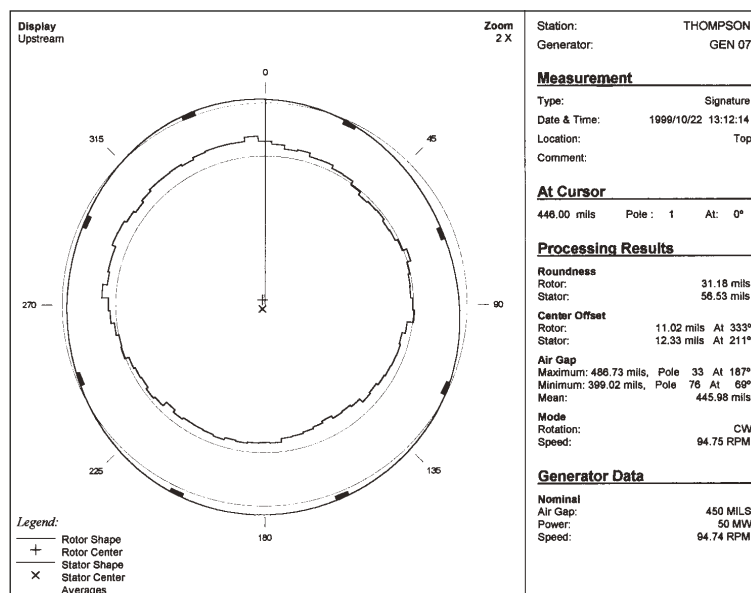


Figure 1 : Vue polaire de l'alternateur à pleine charge à chaud, en octobre 1999, juste avant l'arrêt pour l'entretien annuel. Les valeurs numériques indiquaient à quel point la situation s'aggravait.



Figure 2 : Vues d'un trou oblong sur le support supérieur du stator (gauche) et de la douille sans aucun jeu du boulon d'ancrage du stator au béton (droite).

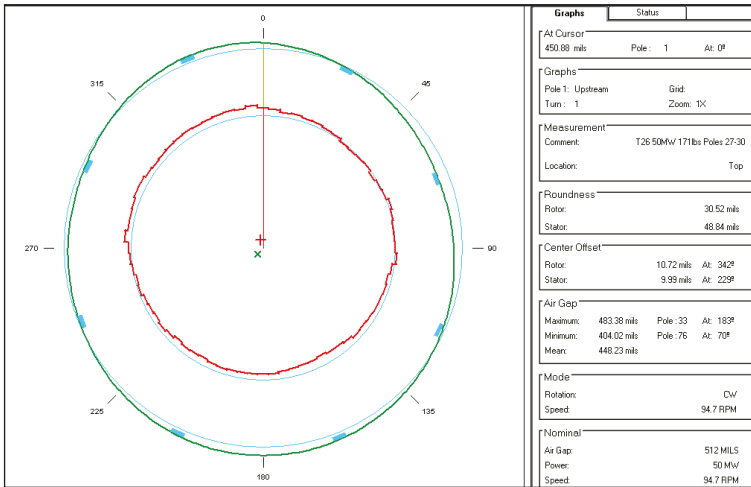


Figure 3 : Vue polaire de l'alternateur à pleine charge après les mesures correctives durant l'entretien annuel en octobre 2000. Les valeurs numériques révèlent une amélioration importante.

Au cours d'une pénurie d'énergie en août 2000, la puissance de l'alternateur a été poussée à 58 MW pour la première fois. Le système ZOOM a commencé à émettre des alarmes d'entrefer minimum (9,75 mm / -23,8%) sur une base continue. L'opération de la machine a été maintenue avec la puissance et l'entrefer minimum sous la loupe jusqu'à l'entretien annuel suivant en septembre. La circularité du stator mesurée avec le système ZOOM avant l'arrêt était de 1,65 mm avec un entrefer minimum de 9,77 mm.

Il fut découvert que plusieurs boulons d'ancrage du stator au béton, ainsi que des supports supérieurs intermédiaires n'avaient plus de jeu radial et obstruaient la dilatation du stator. Presque toutes les douilles furent usinées afin de diminuer leur diamètre de 1,5 mm et les orifices pour les boulons de tous les supports supérieurs intermédiaires furent élargies d'approximativement 3/8 po. (9,38 mm).

Lors de la remise en service de l'unité, la circularité du stator s'est améliorée immédiatement bien qu'elle ait conservé quelque peu sa forme ovale (Figure 3). Une nouvelle analyse de la dilatation thermique relative a démontré que deux capteurs (68° et 115°) fournissaient toujours des résultats de faible dilatation. Cependant, les données d'entrefer montraient que la circularité du stator s'était améliorée de 26% et que l'entrefer minimum avait

augmenté de 3%, mais en excédant encore les valeurs de tolérance d'assemblage. Malgré le fait que quelques assises ou supports supérieurs intermédiaires semblaient toujours problématiques, l'amélioration dans la circularité du stator était probablement due au rétablissement du jeu radial sur les autres assises et supports, ce qui les aidait à compenser.

Plus récemment, en mars 2003, les résultats indiquent que malgré la forme ovale du stator, les actions correctives apportées à l'automne 2000 semblent avoir stabilisé l'état. Une nouvelle vérification de la dilatation thermique relative pourrait nous informer sur l'état des assises ou des supports supérieurs intermédiaires, à savoir s'ils sont toujours obstrués.

Ce cas démontre la pertinence de la surveillance des nouvelles machines durant les premières années couvertes par la période de garantie afin d'assurer la fiabilité à long terme de la machine. Le type de problème décrit dans ce cas n'aurait pu être détecté aussi clairement en effectuant des mesures manuelles dans des conditions statiques à froid.

- 1) Voir Note d'Application AN010
- 2) Pourcentage de valeur nominale d'entrefer; valeurs en rouge dépassent la tolérance correspondante
- 3) Résultats de mars 2003 comparés aux valeurs acceptables pour les unités en opération depuis plus de cinq ans
- 4) Voir Note d'Application AN001. Tolérance d'assemblage applicable pour les unités en opération depuis plus de 5 ans
- 5) 1 mm ≈ 39,4 mils / 1 mil ≈ 0,254 mm ou 25,4 µm

Pour plus d'information, veuillez contacter VibroSystem
 2727, boulevard Jacques-Cartier Est
 Longueuil (Québec) J4N 1L7 CANADA
 Tél. : +1 450 646-2157
 Téléc. : +1 450 646-2164
 Courriel : sales@vibrosystem.com
 www.vibrosystem.com