

Etude expérimentale d'une machine supraconductrice à structure axiale

El Hadj Ailam¹, Lotfi Keddari¹, Mohamed El Baa^{1,2}, Bruno Douine², Kevin Berger² et Salaheddine Bentriddi³

¹Laboratoire LESI, Université de Khemis Miliana, Algérie

²Laboratoire GREEN, Université de Lorraine, France

ailam_elhadj@yahoo.fr

Abstract— This study consists in presenting an experimental study of an axial superconducting rotating machine. The inductor of the machine is based on the principle of magnetic concentration using bulks superconductors. The parameters of the machine are identified experimentally by carrying out static, dynamic, at the ambient temperature and at 77 K.

Keywords— Axial flux, HTS superconductors, flux concentration

I. INTRODUCTION

Depuis la découverte des supraconducteurs en 1911 par Kamerlingh Onnes, ces matériaux se voient de plus en plus utilisés dans différentes applications. L'amélioration en continu des performances des supraconducteurs et des dispositifs cryogéniques a permis leur développement à l'échelle industrielle dans le domaine de l'électrotechnique et la conversion électromécanique de l'énergie (moteur et générateur). Les supraconducteurs conduisent à des gains significatifs en termes de puissance massique et volumique par rapport aux matériaux conventionnels. Avec leur propriété de diamagnétique et leur capacité de conduire des courants très élevés, l'utilisation des supraconducteurs, dans les machines électriques permet ainsi une amélioration considérable des performances des ces machines [1], [2] et [3].

II. TYPES DE SUPRACONDUCTEURS

Pour qu'un matériau soit supraconducteur il faut que les trois paramètres ; température T, densité de courant J et champ magnétique H soient inférieurs à ses paramètres critiques T_c, J_c et H_c. Cependant tous les supraconducteurs n'ont pas le même comportement en présence d'un champ magnétique, on distingue les supraconducteurs de type I et les supraconducteurs de type II. Les supraconducteurs de type I n'ont aucune application industrielle à l'heure actuelle. Le supraconducteur de type II le plus utilisé est le NbTi [4]. Ce fil a été utilisé pour réaliser les aimants du LHC au CERN, dont les densités de courant peuvent dépasser 2000 A.mm⁻², refroidis à 1,9 K, sous des inductions de 9 T [4].

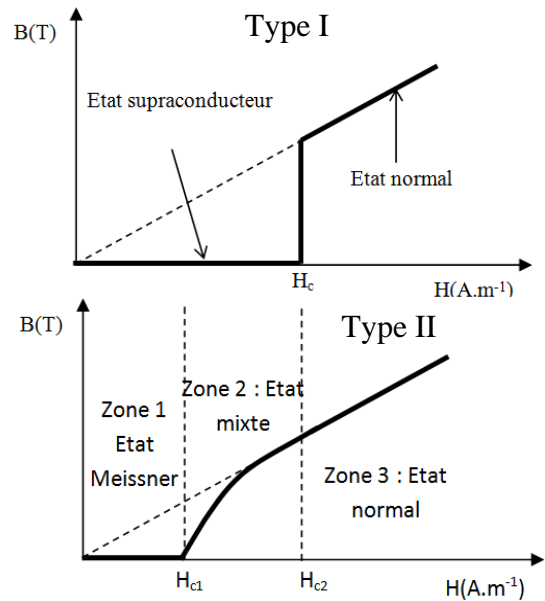


Figure 1 : caractéristique B(H) d'un supraconducteur

III. STRUCTURE DE LA MACHINE ETUDIEE

La machine réalisée est de type supraconductrice synchrone à flux axial à double entrefer. L'alimentation en courant alternatif des deux semi-induits tournants de la machine est assurée par un système de bagues-balais tandis que l'inducteur supraconducteur est fixe. Cela a permis la conception d'un système de refroidissement plus simple. L'inducteur est entièrement plongé dans de l'azote liquide.



Figure 2 : La machine réalisée (1-Réservoir d'azote 2-Pompe 3- Alimentation des deux semi-induits 4- Système bagues-balais 5- Induit 6- Inducteur 7- Moteur d'entraînement 8- Réducteurs 9- Courroies 10- Axe de rotation 11- Alimentation de l'inducteur)

IV. IDENTIFICATION DES PARAMETRES DE LA MACHINE

En alimentant l'inducteur par une tension continue, nous avons pu tracer la courbe de variation de la tension en fonction du courant. A partir de cette courbe nous avons déduit la valeur de la résistance de l'inducteur qui est de 0.8Ω .

La même procédure a été appliquée au niveau des trois phases de l'induit pour déterminer les résistances du bobinage induit. Les valeurs de ces résistances (en Ω) pour les trois phases sont : 0.9, 0.85 et 0.85.

Les inductances propres et mutuelles ont été déterminées par la suite. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

L1 (mH)	L2 (mH)	L3 (mH)	M12 (H)	M13 (H)	M21 (H)	M23 (H)	M31 (H)	M32 (H)
0.20	0.19	0.19	0.01 5	0.01 5	0.01 8	0.015	0.01 9	0.02 1

V. CONCLUSION :

La machine réalisée et les tests effectués ont permis de valider le concept original d'une machine supraconductrice à flux axiale à concentration magnétique. Nous avons pu constater les limites du système de refroidissement conçu et des améliorations seront introduites prochainement sur le prototype réalisé.

VI. REFERENCES

- [1] E. Ailam, M. Hachama, M.N. Benallal, Y. Mehabil, J. Leveque, A. Rezzoug, « Study of an axial superconducting motor using the Monte Carlo Method », IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Volume 23, Issue 3, Part 2, June 2013.
- [2] E. Ailam, M.N. Benallal, M. Hachama, J. Leveque, A. Rezzoug, « Comparison study between several solutions of superconducting inductors », IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Volume 23, Issue 3, February 2013.
- [3] E. Ailam, D. Netter, J. Leveque, B. Douine, A. Rezzoug, P. Masson « Design and Testing of a Superconducting Motor », IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Volume 17, Issue 1, Part 2, March 2007 Page(s):27– 33.
- [4] D. Netter, J. Leveque, E. Ailam, B. Douine, A. Rezzoug, P. Masson « Theoretical study of a new kind HTS Motor », IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Volume 15, Issue 2, Part 2, June 2005 Page(s):2186 – 2189.
- [5] A. Devred « Supraconducteurs à basse température critique pour électroaimants », Rapport CEA-R-6011, CEA/Saclay, Septembre 2002.