



MODEL COMPORTEMENTAL POUR L'EVALUATION DES PERFORMANCES DE CHOKES DE MODE COMMUN

Anne ROC'H * - Hans BERGSMA* - Dongsheng ZHAO ** -
Henk POLINDER ** - Braham FERREIRA ** - Frank LEFERINK */ *****

(*): University of Twente, P.O. BOX 214 7500AE, Enschede, The Netherlands,
a.roch@ewi.utwente.nl (**): Technical University Delft, P.O. BOX 5 2600AA Delft, The
Netherlands (***) Thales Nederland, P.O. BOX 42 7550GD Hengelo, The Netherlands,
frank.leferink@nl.thalesgroup.com

Résumé. Un model comportemental pour l'évaluation des performances de choke de mode commun (CMC) est proposé : la topologie et les méthodes utilisés pour modéliser les différentes propriétés de la CMC sont décrites. Il s'agit de la combinaison d'une modélisation précise de la perméabilité complexe du matériau, de la saturation, des inductances de fuite et des capacités parasites. Les données nécessaires fournies par le designer sont les valeurs de courants, tensions et impédances du système actuel sans CMC et des paramètres disponibles dans la littérature et/ou des fabricants en ce qui concerne la CMC modélisée. Ce model comportemental s'avère essentiel dans la simulation des effets des interférences électromagnétiques (EMI).

I. INTRODUCTION

Les convertisseurs de puissance sont utilisés dans toutes sortes d'applications mechatronique pour le contrôle de vitesse. Un des principaux inconvénients de ces convertisseurs consiste en la génération de hauts niveaux d'interférences sur les lignes de puissance, les câbles de moteur et rayonnées via des champs électromagnétiques. Les câbles et le moteur sont les principaux responsables de rayonnements électromagnétiques ; et il est nécessaire que le filtrage de ces éléments soit approprié. Les filtres traditionnels sont le plus souvent conçus après la construction du convertisseur de puissance. L'émission des interférences électromagnétiques est un phénomène complexe, et dans le cas des filtres passifs [1], les chokes sont conçus avec une procédure mêlant successivement une coupure des câbles et des essais de performances, avec des problèmes significatifs tels la taille, le prix et le poids [2],[3]. Pour éviter la construction de plusieurs prototypes, souvent disproportionnés, les designers ont besoin d'une méthode analytique permettant la prédiction des performances des filtres. Pour cette raison un model

comportemental dynamique est proposé dans ce papier. Les principaux critères pris en compte pour ce sont les suivants :

- Le spectre du bruit des interférences électromagnétiques pour un convertisseur de puissance s'étend généralement de quelques dizaines de kHz à plusieurs décades de MHz. La dépendance en fréquence des paramètres de la choke est à prendre en compte pour assurer un model précis même en hautes fréquences.
- Le model est prédictif : il est présumé que les designers n'ont pas accès à un prototype de filtre et/ou à des valeurs expérimentales. En plus des informations électriques tels que les tensions et les courants, d'autres paramètres seront fournis par la littérature et les fabricants.
- Le model doit permettre l'intégration de tous les éléments parasites. Dans certains logiciels à l'usage étendu tel que Pspice cela peut conduire de très petites constantes de temps et à de sérieux problèmes de convergence.
- Les domaines temporels et fréquentiels sont nécessaires aux designers.
- Le model est une 'boîte noire' pour le designer. Le model nécessite certains paramètres en entrées et fournira en sortie les graphes et tables nécessaires. Le software Simulink pour son interface accueillante et son usage commun avec matlab est choisi pour développer ce modèle.

Dans une première partie la topologie et les méthodes utilisées pour modéliser les différentes propriétés de la choke de mode commun sont présentées. Dans une seconde partie les résultats théoriques seront comparés aux mesures. Une choke de forme toroïdale avec deux enroulements comme présentée Figure 1.

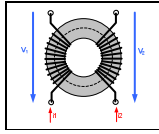


Figure 1: Typical CMC under consideration

II. DESIGN DU MODEL DE CHOKE DE MODE COMMUN

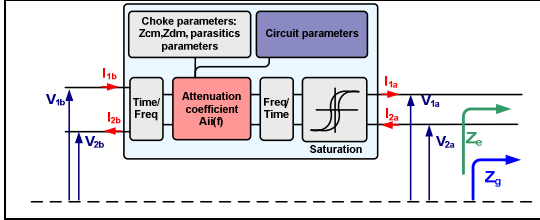


Figure 2: Topologie du model comportemental de la CMC.

La topologie du model est présentée en Figure 2. Dans cette partie les paramètres suivants seront pris en considération :

- Capacités parasites
- Impédances équivalentes pour le mode différentiel (DM) et le mode commun (CM) en prenant en compte la perméabilité complexe du matériau.
- L'effet d'hystérésis

Pour chaque paramètre les techniques de modélisation et références seront indiquées. En figure 3 et 4 ainsi que dans le tableau 1 sont présentés quelques résultats sur ces paramètres.

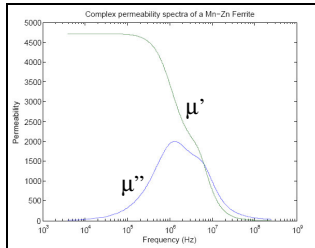


Figure 3: Spectre de la perméabilité complexe d'une ferrite MnZn cristallisée

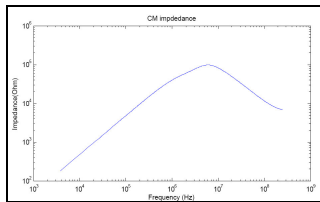


Figure 4: Simulation de l'impédance de mode commun complexe d'un ferrite (MnZn, Dimension: 25*10*5 mm, N=20)

TABEAU 1: PARAMETRES DE LA CHOKE SOUS CONSIDERATIONS

Impedances	Valeurs théoriques	Valeurs pratiques
CMC inductance	10mH	9.9mH
Leakage inductance	41μH	40μH
Cap. inter windings	Nan	16pF
Cap. Turn to turn	71pF	49pF

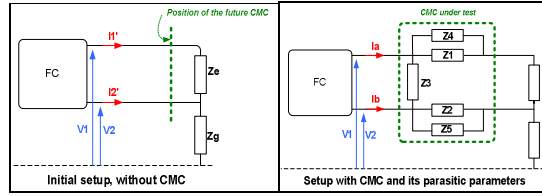


Figure 5: Circuits électriques équivalents dans le cas d'un convertisseur de puissance avec une régulation de la tension de sortie.

III. EVALUATION DES NOUVELLES VALEURS DE COURANTS ET DE TENSIONS

En figure 5 sont présentés les circuits électriques équivalents utilisés pour l'évaluation des nouveaux courants après l'insertion de la choke. Les paramètres i_{1b} , i_{2b} , V_{1b} , V_{2b} , Z_e , Z_g sont fournis par le designer. Z_3 , Z_4 et Z_5 correspondent aux capacités parasites et Z_1 et Z_2 sont une combinaison linéaire des impédances de mode commun et de différentiel. 4 coefficients de correction permettent l'évaluation des nouveaux courants, connaissant les anciens courants circulant dans les câbles. En figure 6 sont représentés les coefficients de correction permettant l'évaluation du nouveau courant de mode commun. Dans ce cas les impédances Z_e et Z_g sont considérés constantes et une variation de la valeur de la capacité entre deux tours d'enroulement est variée entre 30pF et 80pF.

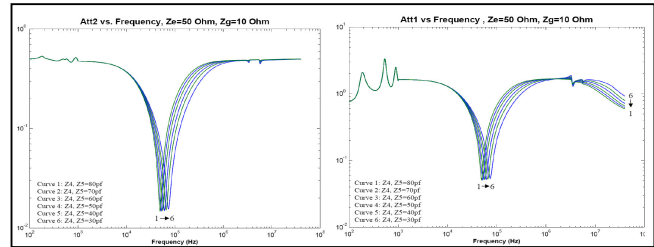


Figure 6 : Coefficients de correction du courant de mode commun.

CONCLUSION

Un nouveau model comportemental de choke de mode commun est présentée : la topologie et les méthodes utilisées pour modéliser les différentes propriétés de la choke sont décrites. Elles permettent l'évaluation de sept impédances qui sont utilisées pour évaluer les facteurs de correction entre les anciens courants et les nouveaux courants circulant dans le circuit.

REFERENCES

- [1] Kempki, A.; Smolenski, R.; Kot, E.; Fedyczak, Z.; "Active and passive series compensation of common mode voltage in adjustable speed drive system Industry Applications Conference", 2004. 39th IAS Annual Meeting. Conference Record of the 2004 IEEE, Volume 4, 3-7 Oct. 2004
- [2] A. Roc'h, H. Bergsma, F.B.J. Leferink, D. Zhao, H. Polinder, and J. A. Ferreira, "Design of an EMI Output Filter For Frequency Converters", in Proc. EMC Europe International Symposium on EMC, Barcelona, Spain, 2006
- [3] Frank Leferink, Hans Bergsma, Braham Ferreira, Wim van Etten, "High Performance EMI Filter for Frequency Converters", EMC Europe 2004, Eindhoven.

