

Rapport annuel 2005, 2 décembre 2005

Conception et intégration d'un logiciel FEM dans le simulateur numérique SIMSEN

Auteur et coauteurs	Gilles Rosselet / assistant doctorant EPFL-STI-LME
Institution mandatée	EPFL, Laboratoire de Machines Electriques, Prof. J.-J. Simond
Adresse	EPFL, station 11, 1015 Ecublens
Téléphone, e-mail, site Internet	021 / 693 4804 ; jean-jacques.simond@epfl.ch ; http://lme.epfl.ch
N° projet / n° contrat OFEN	101138 / 151 322
Durée prévue du projet (de - à)	1.3.2005 – 31.12.2007

RÉSUMÉ

Ce projet ambitionne un couplage de SIMSEN* avec un logiciel de calcul de champs à éléments finis conçu et optimisé pour la machine synchrone. Par rapport à la méthode actuelle basée sur un schéma équivalent il en résultera une prise en compte très améliorée de l'état de saturation de la machine.

Le couplage FEM – SIMSEN ouvre des perspectives extrêmement intéressantes en termes d'optimisation et de prédétermination plus précise des performances d'une machine synchrone en régimes permanent ou transitoire, sous alimentation réseau sinus (production d'énergie) ou convertisseur (entraînement industriel ou de traction). Il offrira des perspectives de simulation nouvelles en particulier en fonctionnement transitoire. Une meilleure connaissance de ces régimes est très intéressante pour les entraînements, car elle permettra une optimisation du dimensionnement et des économies d'énergie appréciables par un concept mieux adapté.

*SIMSEN: Numerical software package for the analysis of power systems and adjustable speed drives

<http://simsen.epfl.ch>

EPFL-STI-ISE, Laboratory for Electrical Machines

Buts du projet

Ce projet ambitionne un couplage de SIMSEN avec un logiciel de calcul de champs à éléments finis conçu et optimisé pour la machine synchrone. Par rapport à la méthode actuelle basée sur un schéma équivalent il en résultera une prise en compte très améliorée de l'état de saturation de la machine.

Le couplage FEM – SIMSEN ouvre des perspectives extrêmement intéressantes en termes d'optimisation et de prédétermination plus précise des performances d'une machine synchrone en régimes permanent ou transitoire, sous alimentation réseau sinus (production d'énergie) ou convertisseur (entraînement industriel ou de traction). Il offrira des perspectives de simulation nouvelles en particulier en fonctionnement transitoire. Une meilleure connaissance de ces régimes est très intéressante pour les entraînements, car elle permettra une optimisation du dimensionnement et des économies d'énergie appréciables par un concept mieux adapté.

Le programme de calcul par éléments finis nécessaire à ce projet doit comporter les caractéristiques suivantes:

- 1) Gestion des courants de Foucault
- 2) Gestion de la saturation magnétique
- 3) Gestion du mouvement du rotor
- 4) Doit être interfaçable avec SIMSEN

De nombreux logiciels commerciaux comportent les trois premiers points. En revanche l'accès à leur code source, nécessaire à leur liaison avec SIMSEN, est souvent impossible ou alors d'un prix prohibitif. Les logiciels libres offrent un accès sans limite à leur code source, mais leur licence est en règle générale incompatible avec celle de SIMSEN. De plus l'adaptation d'un logiciel libre à son fonctionnement sous SIMSEN limite le gain de temps de développement escompté par cette méthode. En conséquence il a été décidé de développer un programme nouveau, spécifiquement destiné à la simulation des machines synchrones ainsi qu'à son intégration dans SIMSEN.

Au surplus, et bien que le but de ce projet soit d'améliorer en priorité la simulation du comportement des machines synchrones, la méthode des éléments finis est suffisamment souple pour permettre la simulation d'autres types de machines électriques, machines asynchrones et transformateurs notamment.

Travaux effectués et résultats acquis

Le premier point a été résolu en dérivant une formulation éléments finis des équations de Maxwell. Cette formulation a été utilisée pour écrire une bibliothèque informatique qui sera la base du modèle de machine synchrone intégré dans SIMSEN. Des routines permettant une création aisée des géométries traitées ainsi que l'exécution de tâches annexes, comme l'interfaçage avec le mailleur externe ont également été créées.

Dans le but de tester cette bibliothèque, elle a été utilisée pour écrire un programme très simple, une barre massive alimentée par une source de tension à haute fréquence. La comparaison des résultats donnés par le programme écrit et par un logiciel du commerce FLUX2D est concluante.

Bien que l'exemple testé soit très simple, la bibliothèque a été implémentée de manière à ne pas imposer de limitation sur la complexité du problème à résoudre. Ainsi le nombre de points de la géométrie ou le nombre de circuits couplés ne sont limités que par le temps de calcul et la mémoire requise.

Collaboration nationale

Ce projet est co-financé par trois partenaires. Il s'agit de :

- Alstom Power Switzerland (segment hydro-alternateurs), Birr
- Un groupe de 4 entreprises électriques (BKW, EEF, EOS, SEL)
- L'Office Fédéral de l'Energie

Collaboration internationale

-

Évaluation de l'année 2005 et perspectives pour 2006

Les buts principaux pour le premier semestre de 2006 sont au nombre de deux. Tout d'abord il s'agit de finaliser la gestion des matériaux saturables. Ceci sera acquis dans les premières semaines de janvier. A ce stade le logiciel sera à même de simuler des transformateurs. Une publication dans ce domaine est prévue dans le courant de 2006. Enfin, il est prévu que la prise en compte du mouvement du rotor, ainsi que le lien avec SIMSEN, soient terminés à mi- 2006.

Références

-

EPFL-STI-LME / 18.11.2005 ; Gilles Rosselet, Prof. J.-J. Simond