

BOOST : Stratégies de commande en vue de l'amélioration de la robustesse de convertisseurs électroniques de puissance

L. Fribourg* S. Lefebvre** B. Revol ** R. Soulat *

* ENS Cachan, CNRS, LSV

[fribourg,soulat]@lsv.ens-cachan.fr

** ENS Cachan, CNRS, SATIE

[stephane.lefebvre,bertrand.revol]@satie.ens-cachan.fr

24 novembre 2011

Plan

- Membres du projet
- Cadre et buts du projet
- Résultats
- Conclusion et travaux futurs

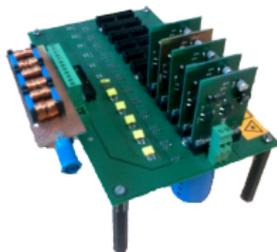
Le projet BOOST :

Deux laboratoires :

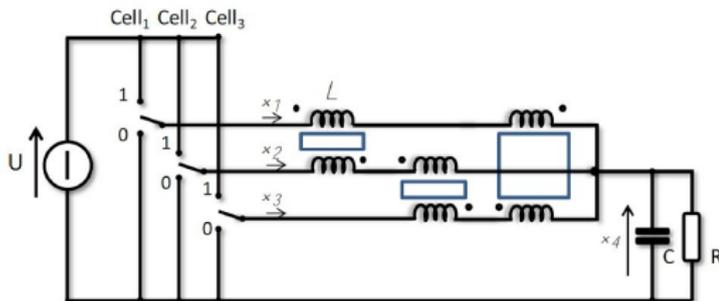
- LSV (Laboratoire Spécification et Vérification)
 - Laurent Fribourg
 - Romain Soulat
- SATIE (Laboratoire Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et de l'Énergie)
 - Stéphane Lefebvre
 - Bertrand Revol

Cadre

- Un système réel développé par le SATIE :

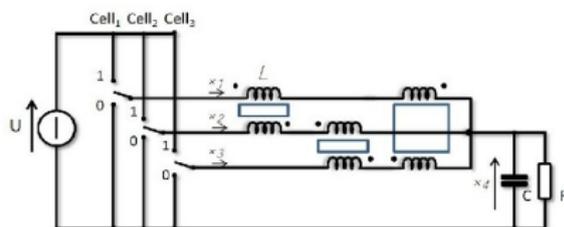


- Son modèle électrique :



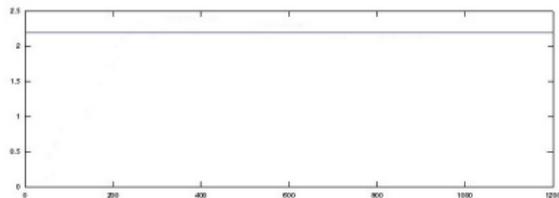
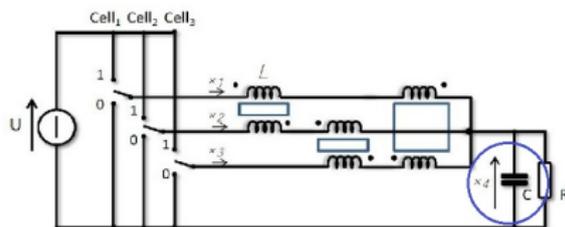
Buts (1/2)

Étant donné une tension de sortie



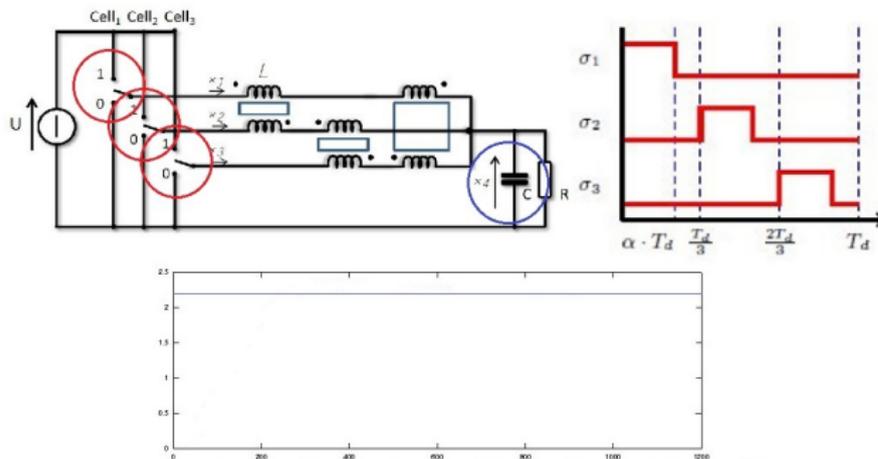
Buts (1/2)

Étant donné une tension de sortie



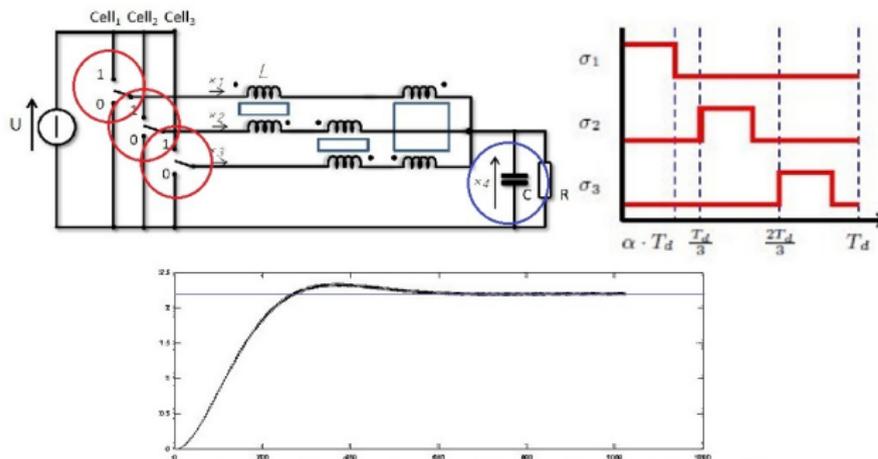
Buts (1/2)

Étant donné une tension de sortie , trouver une stratégie de commande



Buts (1/2)

Étant donné une tension de sortie, trouver une stratégie de commande qui garantit que le système va rester proche de la valeur de référence



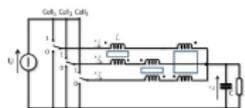
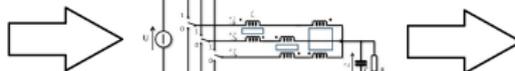
Buts (2/2)

- Cas d'une panne dans le système
 - Un des interrupteurs est bloqué dans une position
 - Une des lignes est coupée
 - Un des interrupteurs ne répond plus à la stratégie de commande mais à l'environnement
- Existe t'il une stratégie de commande qui
 - Garantit tout de même le comportement désiré
 - Garantit un comportement acceptable pendant un certain intervalle de temps

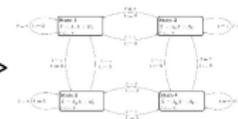
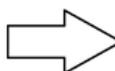
Méthodologie



Real-Life System

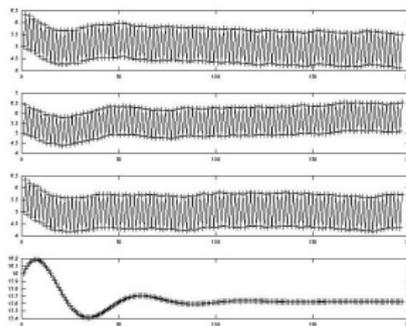


Electrical Model



Linear Timed Automata

Techniques de synthèse de contrôle pour calculer automatiquement la stratégie de commande

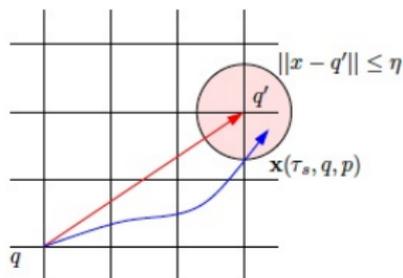


Résultats [FRS-Infinity'11]

- Deux méthodes ont été développées lors de ce projet :
 - Une méthode indirecte
 - Calcule une stratégie de commande cyclique, en amont du fonctionnement du système réel.
 - Une méthode directe
 - Calcule une stratégie de commande en temps réel sur le système en adaptant la position des interrupteurs aux valeurs actuelles des variables d'état

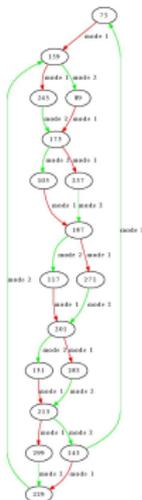
Résultats [FRS-Infinity'11]

- La méthode indirecte :
 - Discrétisation du temps, i.e. les changements de position des interrupteurs ne se font qu'à des temps de la forme $i\tau$
 - Discrétisation de l'espace des variables d'états
 - Approximation de la relation de transition sur la discrétisation de l'espace des variables d'états



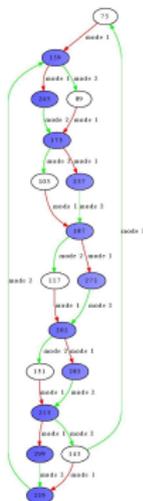
Résultats [FRS-Infinity'11]

- La méthode indirecte :
 - Construction du graphe de la relation de transition
 - Recherche de cycles dans ce graphe
 - Chaque cycle donne une stratégie de commande



Résultats [FRS-Infinity'11]

- La méthode indirecte :
 - Construction du graphe de la relation de transition
 - Recherche de cycles dans ce graphe
 - Chaque cycle donne une stratégie de commande



Résultats [FRS-Infinity'11]

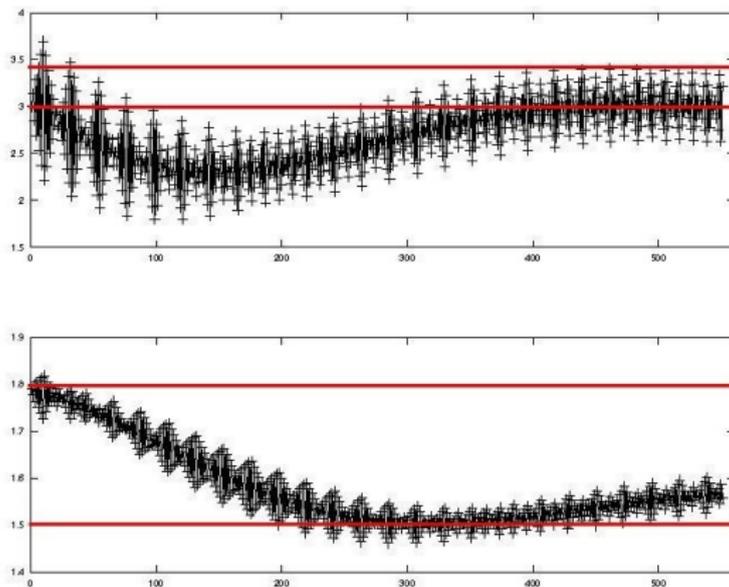


FIGURE: Résultat de la méthode indirecte, sur un exemple simplifié, en rouge la zone où l'on souhaite que le système reste

Résultats [FRS-Infinity'11]

- La méthode directe :
 - Discrétisation du temps
 - Partition de l'espace des variables d'états en zones contrôlables
 - À partir des données du système réel, génération de la stratégie de commande pas à pas

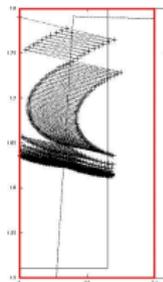


FIGURE: Résultat de la méthode directe, sur un exemple simplifié, en rouge la zone où l'on souhaite rester

Résultats [FRS-Infinity'11]

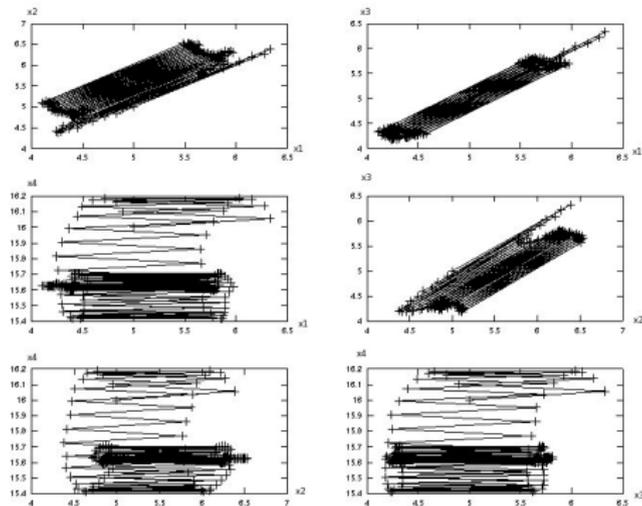


FIGURE: Résultat de la méthode indirecte sur l'exemple du convertisseur de tension à trois voies

Résultats [FRS-Infinity'11]

- Panne : Un interrupteur est bloqué dans l'une des deux positions

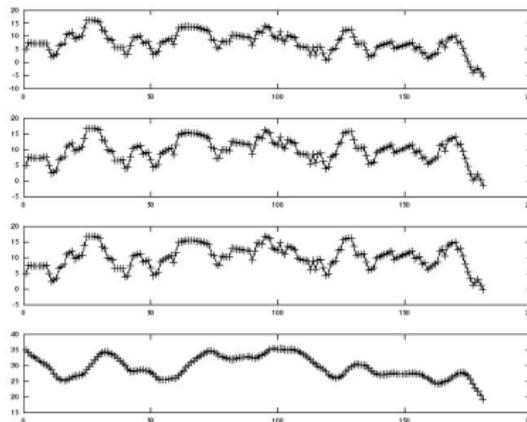


FIGURE: Stratégie de commande lors d'une panne de l'un des interrupteurs calculée par la méthode directe

Conclusion et travaux futurs

- Conclusion
 - Deux méthodes pour la synthèse de stratégies de commandes
 - Résultats publiés à INFINITY 2011
- Travaux futurs
 - Changement de modèle pour s'intéresser aux convertisseurs multiniveaux