

Modélisation Comportementale Spice d'un Circuit Intégré de Puissance pour Systèmes Automobiles Embarqués

Patrick Tounsi ^(1,3), Laurent Guillot ⁽²⁾, Jean-Baptiste Sauveplane ⁽³⁾

⁽¹⁾ INSA Toulouse, 135 avenue de Rangueil, 31077 Toulouse Cedex 4

⁽²⁾ Freescale Semi-conducteurs, 134 avenue du Général Eisenhower, 31023 Toulouse Cedex 1

⁽³⁾ LAAS-CNRS, 7 avenue du Colonel Roche, 31077 Toulouse Cedex 4

Mots clés : modélisation, spice, cadence, micro-électronique, puissance, automobile.

Cet article présente un module proposé aux élèves ingénieurs en dernière année au département Génie Electrique à l'INSA Toulouse, option Systèmes Electroniques. L'objectif est de concevoir un modèle comportemental d'un circuit intégré de puissance utilisé pour la commande de moteurs à courant continu dans les voitures. Ce module permet d'approfondir l'un des composant utilisé lors du bureau d'étude « électronique automobile ».

Après trois cours magistraux présentant les objectifs et les limitations de la modélisation comportementale, les étudiants se rassemblent par groupe de 3 pour créer un modèle Spice du circuit MC33981 [1] lors de quatre séances de travaux pratiques. La figure 1 présente le schéma fonctionnel du circuit intégré de puissance à modéliser.

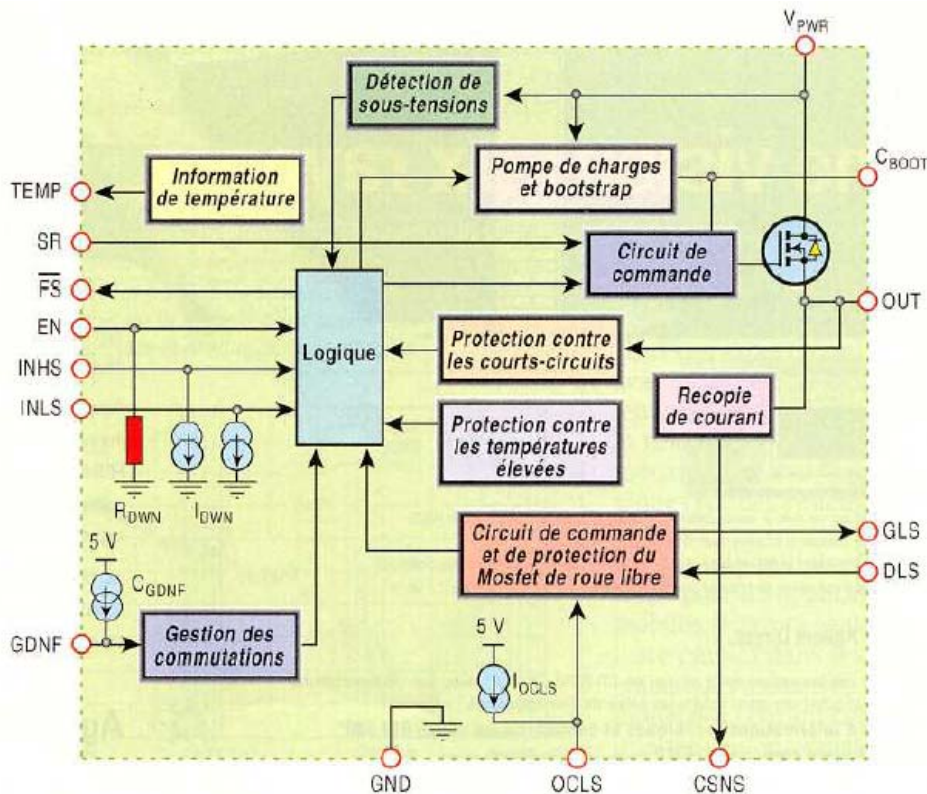


Figure 1 : Schéma fonctionnel du produit MC33981 à modéliser

Après l'étude préliminaire de la spécification du composant, les étudiants déterminent les fonctionnalités principales et les paramètres électriques importants du circuit intégré.

La modélisation, en utilisant des primitives Spice usuelles (interrupteurs idéaux, composants passifs, sources contrôlées, ...), peut ensuite commencer sous le logiciel Cadence Allegro. La première étape est de concevoir un modèle électrique de l'étage de puissance composé du transistor MOSFET canal-N, de son circuit de commande (bootstrap et de la charge de pompe). La figure 2 présente un exemple de modèle comportemental Spice de l'étage de puissance.

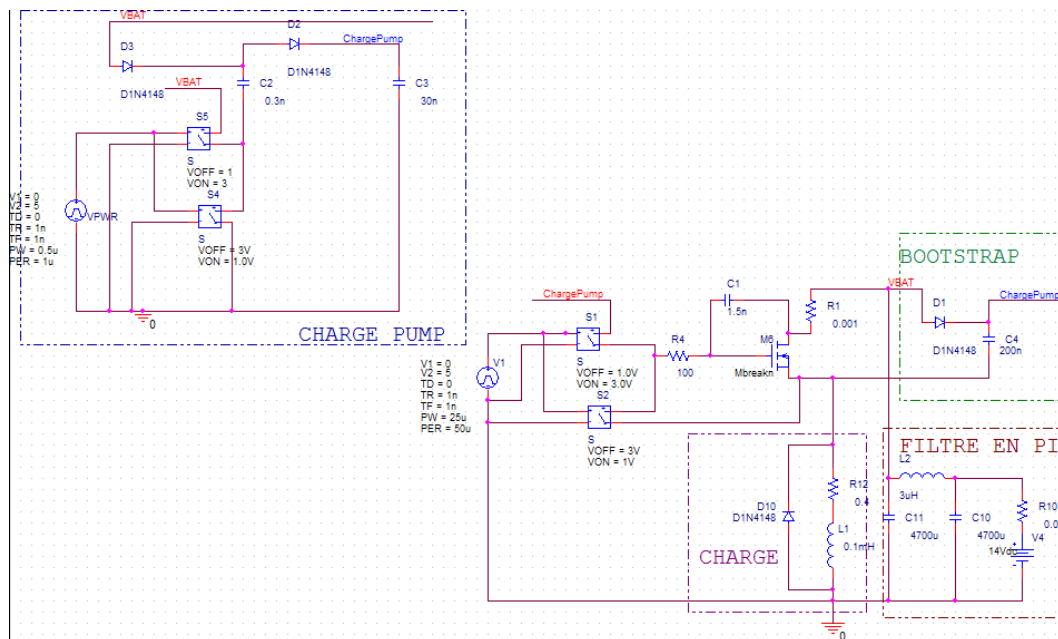


Figure 2 : Modèle comportemental de l'étage de puissance

Les circuits de protection contre les courts-circuits et les sous-tensions de la batterie de la voiture seront modélisés dans une seconde partie.

La validation du modèle est une étape clef. Les étudiants doivent confronter leurs résultats de simulations et les tests électriques en laboratoire. Enfin, le modèle comportemental est mis en situation dans un environnement applicatif typique : régulation de vitesse d'un moteur DC de 300W [2] utilisé par exemple pour la pompe à essence.

Enfin, il est demandé aux étudiants d'étudier les perturbations électromagnétiques créées par la commutation de courant du moteur DC. Pour réduire l'émission conduite sur la ligne de batterie, un filtre en PI doit être conçu pour minimiser le bruit provenant du hachage à 60kHz, comme présenté en figures 3 et 4.

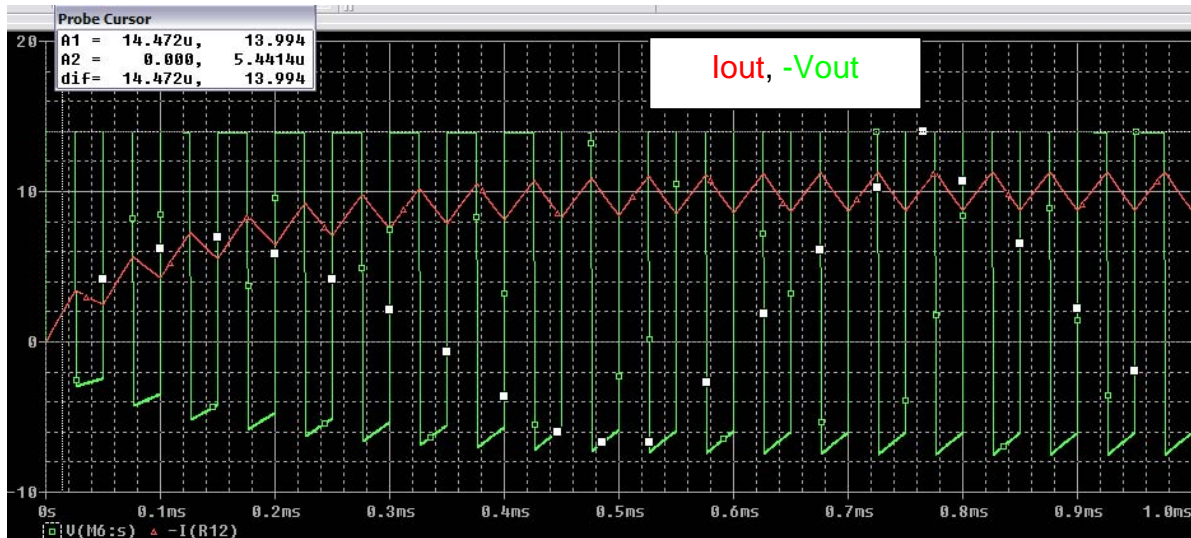


Figure 3 : Simulations transitoires provenant du modèle comportemental Spice

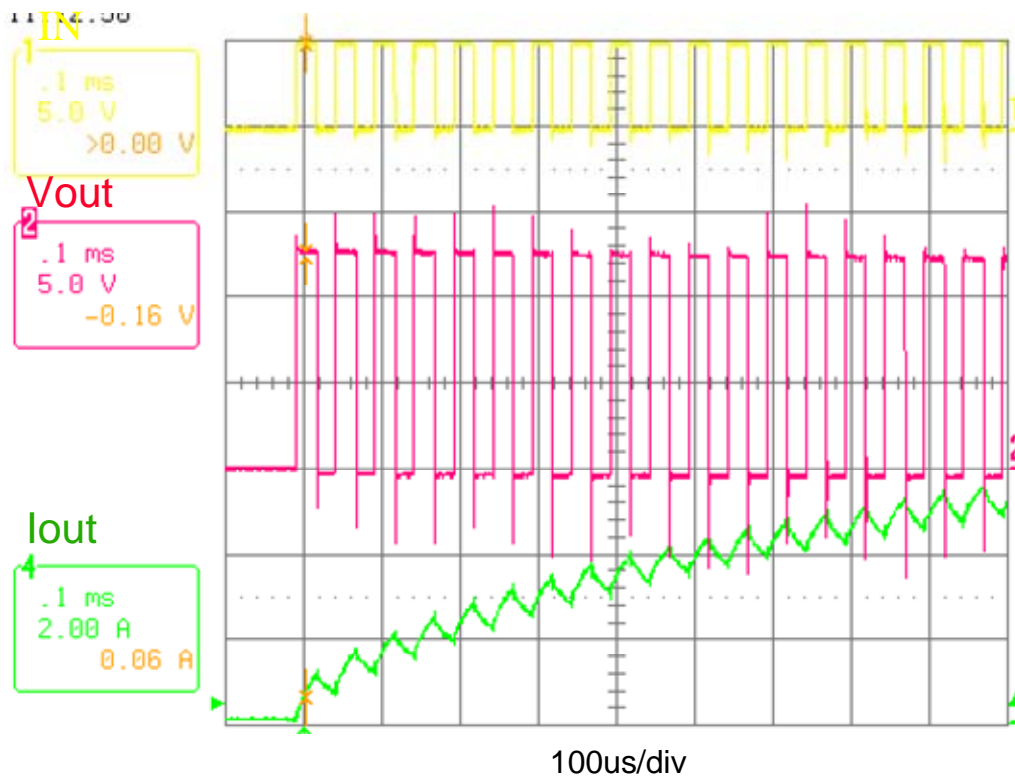


Figure 4 : Mesures au laboratoire pour corrélation

Pour conclure ce module, une présentation par groupe du travail est réalisée en insistant sur les limitations du modèle.

Références :

[1] L. Guillot, F. Vareilhas, "Commander un moteur à courant continu de 300W à partir d'un composant dédié", Revue Electronique, No. 156, Mars 2005.
 [2] L. Guillot, P. Dupuy, M. Plachty, A. El-Habibi, E. Serre "Automotive Fan Control with Smart Power Switch", IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS MAGAZINE, Mars 2008.