

Modélisation de structures DC/DC haute tension pour systèmes CPV

R. KOURDAN ^a, T. TALBERT ^a, D. GACHON ^a, O. FRUCHIER ^a, F. THIERY ^a, M. PETIT ^b, T. MARTIRE ^c

^a laboratoire PROMES-CNRS, UPR 8521, Université de Perpignan VIA Domitia, Perpignan

^b SATIE, ENS Cachan – CNAM – CNRS UMR 8029, 61 Avenue du président Wilson, Cachan

^c IES Institut d'Electronique, UMR 5214, Université de Montpellier, Montpellier

Contact e-mail : thierry.talbert@promes.cnrs.fr

I. Introduction

L'ensemble des projets qui traitent du photovoltaïque sous concentration (CPV), s'intéresse systématiquement à l'amélioration de la conversion de la cellule. La limitation des systèmes actuels est liée directement à la réutilisation pour le CPV de l'architecture électrique du PV. Les systèmes sont donc limités par le nombre de cellules qui sont placées en série pour constituer un string. Un seul défaut dans une cellule suffit à limiter le fonctionnement de l'ensemble du string. Le problème devient d'autant plus important que la puissance de la source est grande. Les laboratoires PROMES-CNRS, SATIE et IES travaillent conjointement sur la mise en place de nouvelles architectures comme l'association d'un module, ou d'un groupe de modules CPV avec un convertisseur ou une cascade de convertisseurs DC/DC. Cet article est la suite des articles « *Architecture électrique pour systèmes CPV* » présenté aux JNPV 2016, « *Mise en cascade de convertisseurs dc-dc pour application solaire concentrée : architecture de puissance* » et « *Commande et régulation* » présenté aux JNES 2018. l'objectif est ici d'étudier différentes structures élévatrices, spécifiquement développées pour le CPV, pour la réalisation d'un bus continu haute tension (HVDC) et stable. Cette étude doit permettre de proposer des architectures de connexion permettant de maximiser le rendement des installations photovoltaïques à concentration.

II. Boost CPV

Le cahier des charges du DC/DC est une structure ayant un V_e de 3,3V, un V_s d'environ 500-600V pour une puissance nominale d'environ 30W. La fréquence de travail est comprise entre 1kHz et 1MHz dans les différentes structures, pour assurer une intégration maximale au plus proche de la cellule. L'architecture présentée ici est le convertisseur étalon par rapport à laquelle toutes les prochaines structures seront comparées. Il est composé par une cascade de structure DC/DC élévatrices. Même si la structure présentée n'est pas en soit novatrice, elle est un bon cas d'étude pour montrer l'intérêt de l'amélioration des architectures utilisées actuellement. L'avantage de cette structure est un rapport de tension élevé mais présente l'inconvénient de la difficulté du contrôle due à l'augmentation de l'ordre du système.

Dans cet article, nous proposons une loi de commande distribuée entre les différents convertisseurs, au point d'équilibre (α, R) pour une association cascade de convertisseurs boost. La présence d'un zéro dans la fonction de transfert en tension ajoute une phase de - 90 degrés, si le zéro se situe sur la pulsation de coupure de G_{vc} réduit la marge de phase ce qui peut rendre le système instable. Une comparaison sera effectuée entre la structure actuellement utilisée et cette structure étalon. L'étude se terminera par les différentes solutions technologiques qui sont en cours d'étude entre les trois partenaires.

$$\begin{bmatrix} \dot{i}_L \\ \dot{V}_e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{-(1-v_e)}{L} \\ \frac{(1-v_e)}{C} & \frac{-1}{RC} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_L \\ V_e \end{bmatrix} + \alpha \begin{bmatrix} \frac{v_c}{L} \\ \frac{-i_L}{C} \end{bmatrix}$$

$$G_{v_c}(p) = \frac{v_c}{1-\alpha} \times \frac{1 - \frac{L}{R(1-\alpha)^2} p}{\frac{LC}{(1-\alpha)^2} p^2 + \frac{L}{R(1-\alpha)^2} p + 1}$$

$$G_{i_L}(p) = \frac{2v_c}{R(1-\alpha)^2} \times \frac{\frac{RC}{2} p + 1}{\frac{LC}{(1-\alpha)^2} p^2 + \frac{L}{R(1-\alpha)^2} p + 1}$$

$$G_{v_e}(p) = \frac{R(1-\alpha)}{2} \times \frac{1 - \frac{L}{R(1-\alpha)^2} p}{\frac{RC}{2} p + 1}$$

Equation 1: Mise en équation du système complet

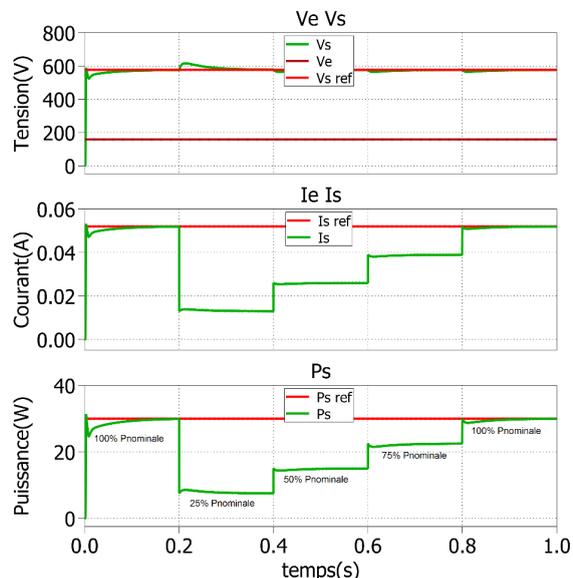


Figure 1: Tension, courant et puissance avec variation de la charge en boucle fermée convertisseur de sortie