

# Harmonics analysis in multipulse thyristor converters under unbalanced voltage supply using switching functions

## Utilisation des fonctions de commutation pour l'analyse des harmoniques produits par les convertisseurs multipulsations à thyristors en régime déséquilibré

Éloi Ngandui, Guy Olivier, Georges-Émile April, and Amadou Oury Ba\*

Thyristor converters are known to be generators of harmonics on both their ac and dc sides. The concept of switching functions has been recently proposed as a means of evaluating ac and dc harmonics produced by a six-pulse thyristor converter under unbalanced voltage-supply conditions. This paper extends the switching-function approach to the calculation of ac and dc harmonics produced by multipulse thyristor converters under non-ideal supply conditions. Attention is given to the two main types of firing schemes: the individual pulse firing scheme and the equidistant pulse firing scheme. The problem is approached from the standpoint of symmetrical components. With the proposed analytical approach, dc and ac noncharacteristic harmonics can be easily computed. Simulation results obtained from the Electromagnetic Transients Program (EMTP) showing the effectiveness of the proposed analytical method are presented.

Il est bien connu que les convertisseurs à thyristors engendrent des harmoniques aussi bien du côté ca que du côté cc. Le concept de fonctions de commutation a récemment été utilisé pour déterminer les harmoniques ca et cc produits par un convertisseur à six pulsations. Dans cet article, une extension de ce concept permet de calculer les harmoniques produits par les convertisseurs multipulsations à thyristors en régime déséquilibré. L'analyse est faite en considérant d'une part la commande individuelle et d'autre part la commande équidistante; ces deux types de commande sont les plus couramment utilisés. L'étude est faite en adoptant les composantes symétriques de tension. La méthode analytique proposée permet de calculer aisément les harmoniques noncaractéristiques ca et cc. Les résultats de simulation avec EMTP (*Electromagnetic Transients Program*) montrant la validité de l'approche analytique sont présentés.

---

\*Éloi Ngandui is with the Department of Electrical Engineering, Université du Québec à Trois-Rivières, P.O. Box 500, Trois-Rivières, Que. G9A 5H7 (E-mail: Eloi\_Ngandui@uqtr.quebec.ca). Guy Olivier and Georges-Émile April are with the Department of Electrical and Computer Engineering, École Polytechnique de Montréal, P.O. Box 6079, Station A, Montréal, Que. H3C 3A7 (E-mail: olivier@electech.polymtl.ca, georges@vlsi.polymtl.ca). Amadou Oury Ba is with the Hydro-Québec Institute of Research (IREQ), 1800, boul. Lionel-Boulet, Varennes, Que. J3X 1S1 (E-mail: amadou@ireq.ca)