

# DDPWM 方式三相-三相マトリックスコンバータ制御回路の System Generator による実装

村岡龍之介\* 花本剛士\*  
(\*九州工業大学大学院)

## 1 はじめに

マトリックスコンバータは従来の AC-AC 変換での問題点を解決するために考案された交流電力を直接任意の交流電力に変換する電力変換装置である。本研究ではデューティ比を出力電圧指令値から直接計算する DDPWM(Direct Duty ratio Pulse Width Modulation)方式[1]の三相-三相マトリックスコンバータを FPGA(Field Programmable Gate Array)上にて実装することでハードウェア制御を行うことを目的とする。制御系の設計は MATLAB/Simulink でブロック線図として作成し、シミュレーションで動作を確認した後、Simulink ブロックを VHDL に直接変換し一つの回路として実装できる System Generator を用いて再構築し、シミュレーション及び実機でその有効性を確認したので報告する。

## 2 原理

### 2.1 三相-三相マトリックスコンバータ

本研究で用いる三相-三相マトリックスコンバータの回路図を図1に示す。主回路のスイッチ素子には IGBT を用い、スイッチング周波数は 12[kHz]とした。制御器の構築には高速かつ複雑な演算ができ、また消費電力も小さく書き換えが可能なハードウェアである FPGA を用いた。

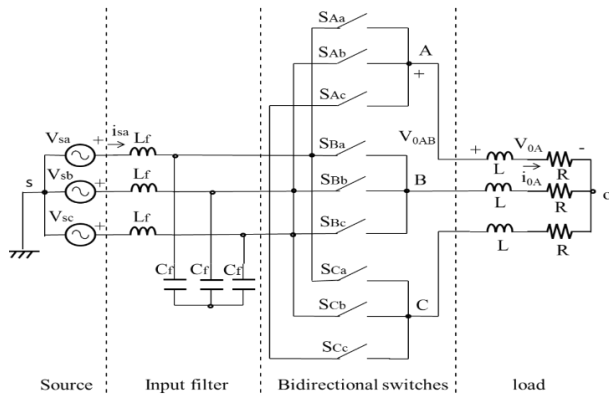


図1. 三相-三相マトリックスコンバータ

### 2.2 System Generator for DSP

通常 FPGA の設計は HDL を記述することから始まる。しかし今回使用した System Generator for DSP は始めに MATLAB/Simulink 上で FPGA 向けの機能ブロックライブラリを用いてブロック線図として構築することができる。構築した回路はシミュレーションによって動作を確認することができ、また動作を確認できた回路をそのまま等価の HDL コードとして生成できる。そのため設計からシミュレーションによる動作確認、実機への実装を一連の流れとして効率的に行うことができる。

## 3 実験結果

MATLAB 上で作成した制御回路より図1のスイッチ SAa に与えるスイッチングパルス、出力電流波形のシミュレーション結果及び実機にて動作させた場合の同スイッチのスイッチングパルス、出力波形を図3、図4にそれぞれ示す。FPGA のクロック周波数は 48[MHz]、スイッチング周波数は 12[kHz]、出力電圧指令値は 60[V]の正弦波とした。負荷は  $R=10[\Omega]$ 、 $L=10[mH]$ としてあり、入力電圧は 30V とした。

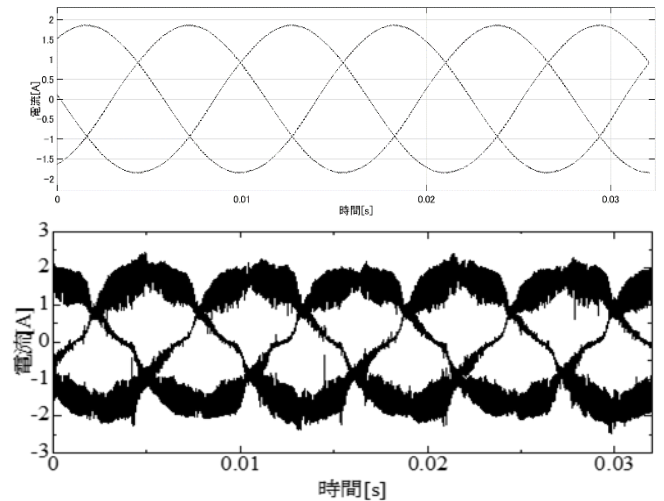


図2. 出力電流 (上:シミュレーション, 下:実機)

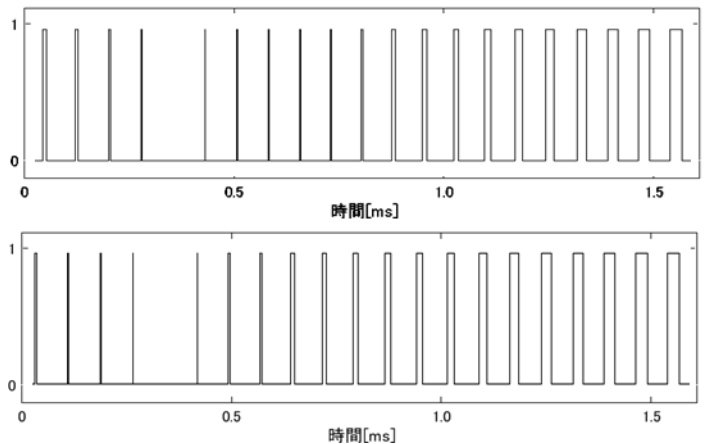


図3. スwitchングパルス(上:シミュレーション, 下:実機)

実験結果よりシミュレーションによる動作結果の実機への反映を確認することができた。

## 4 まとめ

本論文では、三相-三相マトリックスコンバータの System Generator を用いたデジタルハードウェア制御を行った。今後は、制御器の導入を考えている。

## 参考文献

- [1] Yulong Li, Nam-Sup Choi, Byung-Moon Han, Kyoung Min Kim, Buhm Lee, and Jun-Hyub Park, "Direct Duty Ratio Pulse Width Modulation Method for Matrix Converters", International of Control, Automation, and Systems, vol.6, no.5, pp.660-669, October 2008.