

同期 PWM 制御を用いたマトリックスコンバータの実機動作検証

◎ 真木康次 伊東 淳一

(長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年、省エネルギー等の観点から、マトリックスコンバータ (以下 MC) が盛んに研究されている^[1]。マイクロガスタービンなど MC を用いた高周波出力用途向けに、筆者らは同期 PWM 制御を提案し^[2]、妥当性をシミュレーションにより確認した。本論文では、提案法を実装し、良好な動作を実験により確認したので、報告する。

2. 提案制御法

図 1 に MC の回路構成を、図 2 に提案法の PWM パターンを示す。図 1 のように、MC は 9 つの双方向スイッチから成り、交流を任意の振幅及び周波数の交流へ直接変換する。図 2 は、提案法における出力 1 相分の PWM パターンで、図中の α は中間相出力期間、 β は電圧時間積補償である。また、提案法では入力相を最大、中間、最小相に分類することで、MC を 3 レベルインバータと同様に捉えて制御を行う。

図 3 に、提案法の制御ブロック図を示す。提案法の制御において、DSP にて複雑な演算を比較的ゆっくり行い、FPGA にて簡単ではあるが高速性が求められる演算を行うことで、高周波出力を可能にする。具体的には、高速演算が必要な出力位相角を FPGA で演算し、乗算や除算が必要なスイッチング位相角を DSP で計算することで、提案する制御を実現する。これにより、高周波出力時においても DSP の演算を高速化する必要はなくなる上、FPGA では乗算や除算等の複雑な計算は不要となり、制御装置を簡単化できる。

3. 実験結果

図 4 に提案法を用いた MC の動作波形と FFT 解析結果を示す。系統電圧 200V 出力周波数 2000Hz、入力フィルタカットオフ周波数 1000Hz、制動係数 0.2、R-L 負荷 1.3kW (負荷力率 0.8) の条件で実験を行った。(a) より、入力電流が正弦波状に制御されていることがわかる。また、入力電流にわずかに発生しているひずみは、入力電圧の大小関係が切り替わる点で入力電流が指令値に追従できないため発生しているが、PWM パターンの切替を制御することでひずみを抑制できる^[3]。(b) より、出力線間電圧が少ないスイッチング数で形成されていることから、出力 1 周期当りのスイッチング損失低減が見込まれる。(c) より、出力電流に含まれる低周波成分は全て 1% 以下であることが確認できる。以上より、提案法の良好な制御を確認した。

今後は、入力電流波形の改善を行う予定である。なお、本研究は平成 17 年度産業技術研究助成事業の支援を受けており、関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 小高他, 電学論 D, Vol.126, No.9, p.1185
- [2] 真木・伊東, R1-5, 産業応用部門大会, 2008
- [3] 真木・伊東, A-72, 北陸支部連合大会, 2008

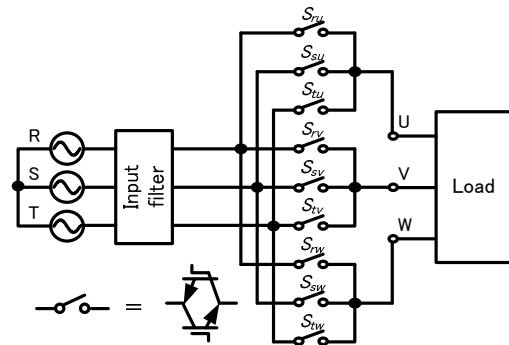


Fig. 1. Matrix converter.

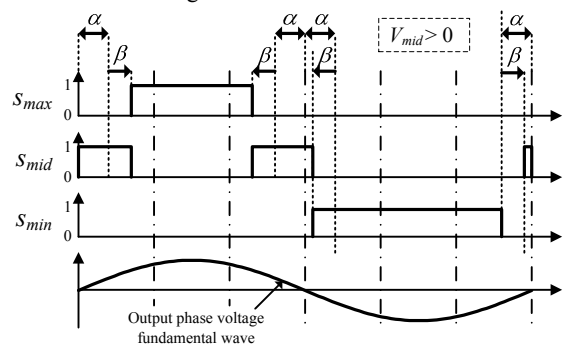


Fig. 2. PWM pattern.

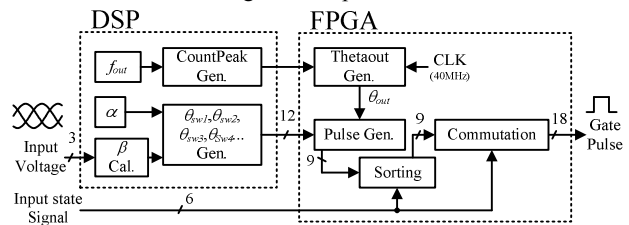
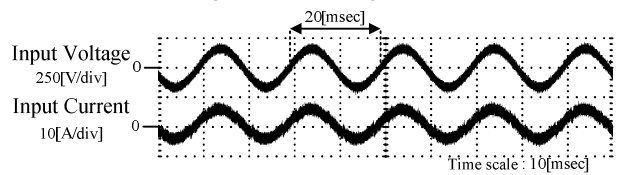
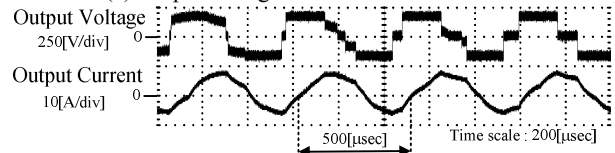


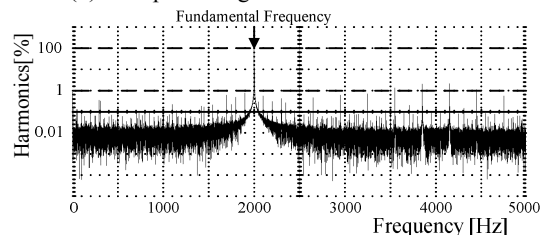
Fig. 3. Control diagram.



(a) Input voltage and current waveforms



(b) Output voltage and current waveforms



(c) Harmonics result of output current

Fig. 4. Experimental result.