

空間ベクトル変調を用いた簡易型 5 レベル PWM 整流器の基礎検証

◎安達健人 伊東淳一

(長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年、高調波対策のため様々な PFC 整流器が提案されており、盛んに研究されている⁽¹⁾。著者らは、3 レベルインバータと同じ 12 個のスイッチ素子を用いてスイッチ素子 1 個あたりのスイッチ電圧を直流出力電圧の 1/4 に低減した 5 レベル三相 PWM 整流器を提案した⁽²⁾。しかし、キャリア変調方式により制御を行なった結果、入力電流のひずみが問題となった。そこで本論文では、提案回路に対して空間ベクトル変調を用いた制御の有効性を検討した。提案回路についてシミュレーションにより基本動作を確認したので報告する。

2. 空間ベクトル変調を用いた制御方法

図 1 に提案回路を示す。ダイオードとフライイングキャパシタを用いることにより、従来の 5 レベル PWM 整流器と比較してスイッチ数を半分に削減した。

図 2 に提案回路のベクトル図を示す。ある電圧ベクトル v_o を出力したい場合、図中に示すように v_o の三方を囲む近傍のベクトルを選択する。選択した各ベクトルの出力時間の比 $T_1 \sim T_3$ は次式を解くことによって求められる。

$$\begin{cases} v_{o\alpha} = V_{1\alpha}T_1 + V_{2\alpha}T_2 + V_{3\alpha}T_3 \\ v_{o\beta} = V_{1\beta}T_1 + V_{2\beta}T_2 + V_{3\beta}T_3 \\ 1 = T_1 + T_2 + T_3 \end{cases} \quad (1)$$

添え字の α, β は、各ベクトルを 3 相-2 相変換した場合の横軸、縦軸成分である。

3. シミュレーション波形

図 3 にシミュレーション波形を示す。出力電圧指令 400V とし、図 1 に示す回路定数によりシミュレーションを行った。波形より、入力電流波形が改善され、スイッチ電圧が直流出力電圧の 1/4 に低減できている。また、このときの入力電流ひずみ率は 40 次以下の成分が 2.0%であった。同条件によりキャリア変調方式で制御した場合のひずみ率は 3.2%であり、空間ベクトル変調を用いることによりひずみ率を抑えることができた。今後、実機にて検証を行う予定である。

参考文献

- (1) B.Singh, et al.: IEEE Trans. Ind. Electron., Vol.51, No.3, pp. 641-659, June 2004
 (2) 安達, 伊東:平成 19 年度電気関係学会関西支部連合大会

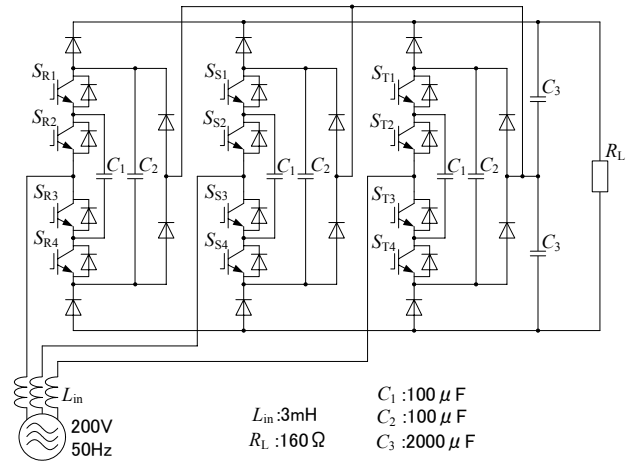


図 1 提案回路

Fig. 1. Proposed circuit.

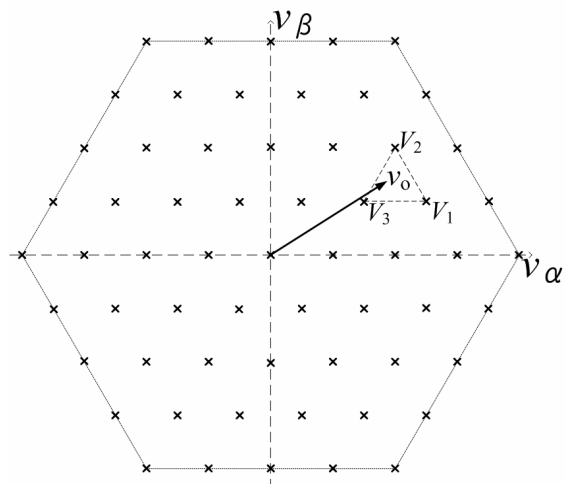


図 2 提案回路のベクトル図

Fig. 2. Vector diagram.

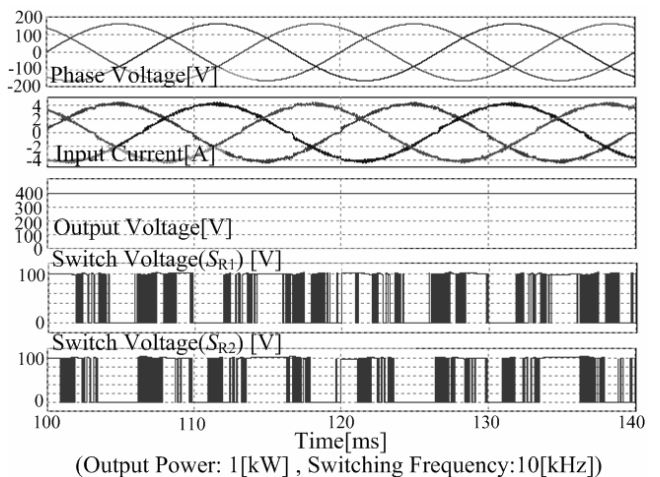


図 3 シミュレーション波形

Fig. 3. Simulation waveforms.