

6素子複合 PWM 単相 AC-DC 電流形コンバータの過渡動作解析

帆足 昭典*, 松尾 照久*, 橋 鷹也*, 松本 洋和*, 柴戸 洋次郎*, 根葉 保彦*
(福岡大学 工学部*)

1 まえがき

筆者らは先に、単相ブリッジに交流チョップブリッジを結合した6素子2レグ方式の AC-DC 電流形コンバータに複合 PWM を適用した時の定常特性を報告した⁽¹⁾⁽²⁾。本電流形コンバータは、直流部に必要な電流平滑インダクタの値を大幅に低減でき、正弦波電源電流を得ることができる。本稿では、直流電流制御時の過渡特性について、実験を行ったので、結果を報告する。

2 回路構成と制御法

図1は単相 AC-DC 電流形コンバータ回路であり、素子 S1 から S4 は電源に対する主ブリッジを構成している。インダクタ L_f は電源インダクタを想定して接続しており、電流バイパスコンデンサ C_f とともに LC ローパスフィルタを形成する。また、素子 S3 と S4 は S5, S6 との構成で交流チョップブリッジの一部を兼ねており、 C はチョップコンデンサである。一方、直流部には電流平滑インダクタ L_d を接続するが、チョップ回路付加により、 L_d の値を低減できる。抵抗 R は直流負荷である。

図2は本コンバータの PWM 法を示す。互いに逆位相の2つの三角波搬送波 X, Y を用いて、独立に制御する3つの正弦波変調波との比較によってスイッチング時間を決定する。図示するように、変調波 ξ_i は素子 S1 と S2, ξ_m は S3 と S4, ξ_b は S5 と S6 のパターンを決める。それぞれのブリッジは、上下素子が独立してオンオフされる複合 PWM として動作する。今回の制御では、変調波 ξ_m は電源 e と同相の最大振幅で固定する。直流出力は、 e と同相の ξ_i の振幅調整によって行い、検出する平均直流電流とその指令とを比較し、PI 制御によって ξ_i の振幅を操作する。また、チョップ部は ξ_b の振幅と位相を調整して、直流電流平滑化を行い、その結果として正弦波電源電流を得る。

3 実験結果

実験条件は、 $E=100\text{V}(60\text{Hz})$, $L_f=1\text{mH}$, $C_f=10\mu\text{F}$, $C=30\mu\text{F}$, $L_d=10\text{mH}$, 搬送波周波数 5.64kHz とした。図3に直流電流指令 I_d^* を変化させた時の各部実測波形を示す。なお、 M_t は変調波 ξ_i に対応する変調率、 M_b は ξ_b に対応する変調率、 α_b は e に対する ξ_b の位相角である。直流インダクタ L_d が 10mH と小さいため、電流 i_d は指令に追従して変化している。定常状態では、電流 i_d は平滑化されており、電源電流 i は電圧 e と同相ではばり率1となっている。過渡状態でも、電源電流 i は正弦波形を維持し、電流 i_d の減少に対応して変化していることが確認できる。

4 むすび

6素子2レグ AC-DC 電流形コンバータは、チョップ回路の働きによって、過渡状態でも平滑直流電流と正弦波電源電流を維持して出力調整できることを明らかにした。

参考文献

- (1) 帆足・他:平成 27 電気学会全国大会, 4-063 (2015-3)
(2) 帆足・他:平成 27 電気・情報関係学会九州支部連合大会, No.02-2P-02 (2015-9)

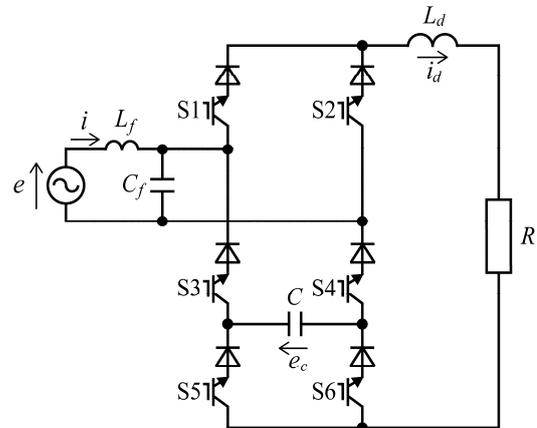


図1 電流形コンバータ

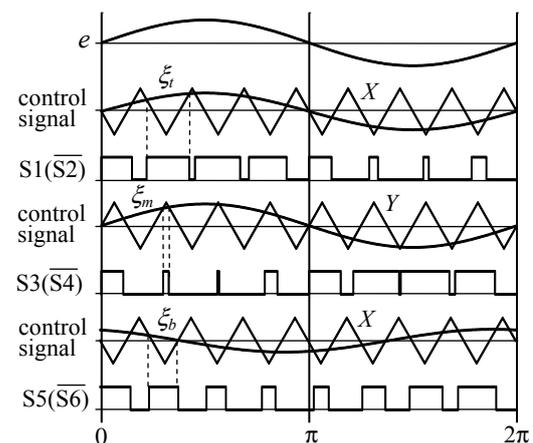


図2 PWM法

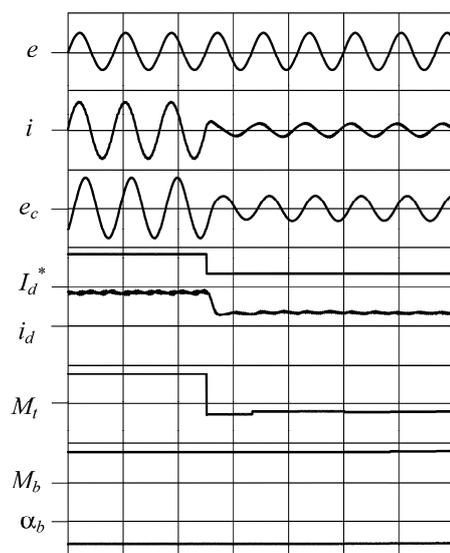


図3 i_d 変化時の過渡実測波形
($300\text{V}/\text{div}$., $6\text{A}/\text{div}$., $M_t, M_b: 1/\text{div}$., $\alpha_b: 180^\circ/\text{div}$., $20\text{ms}/\text{div}$.)