

交流チョッパを接続した 3 レグ単相 AC-AC 電流形コンバータの定常特性

平田 雄一*, 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、直列の単相電源と負荷を 4 素子 2 レグブリッジで接続し、交流チョッパを並列に接続した 6 素子 3 レグ方式の単相 AC-AC 電流形コンバータ⁽¹⁾を提案し、動作波形を示した⁽²⁾。本稿は、チョッパブリッジによる直流電流平滑化制御を付加して、異なる負荷条件での定常特性を報告する。

2 コンバータ回路と制御法

図 1 にコンバータ回路を示し、直列接続した電源と負荷は S1~S4 の主ブリッジに接続し、S2,S4,S5,S6 はコンデンサ C をもつチョッパブリッジを構成する。また、交流側には電流バイパスコンデンサ C_f、直流側には電流平滑インダクタ L_d を接続する。図 2 は PWM 法であり、両回路に正弦波変調波による三角波比較方式を採用する。主ブリッジ素子のオンオフを決める変調波 ξ_m を調整して出力を制御する。また、チョッパ動作を決める変調波 ξ_c によって直流電流を平滑化して交流波形の正弦波化を行う。実効値 E の電源電圧 e を基準として、主ブリッジを ξ_m=M_msinωt で PWM 動作する時、直流電流を平滑化するチョッパブリッジ変調波 ξ_c=M_csin(ωt-α_c) の変調率 M_c と位相角 α_c は次のように求められる。主ブリッジが出力する直流電圧は、負荷電圧を e_L とすると、

$$e_{dm} = (e - e_L) \xi_m$$

で与えられ、2 倍周波数の変動を有する。一方、チョッパ部のコンデンサ電流と電圧は

$$i_c = i_d \xi_c, \quad e_c = (1/C) \int i_c dt$$

で与えられ、チョッパ直流電圧は

$$e_{dc} = -e_c \xi_c$$

となる。これらの合成電圧が 2 倍変動を含まない条件は

$$M_c = \sqrt{2\omega CK_0 / I_d}, \quad \alpha_c = -\alpha_0 / 2$$

ただし、 $K_0 = \sqrt{K_1^2 + K_2^2}$, $\alpha_0 = \tan^{-1}(K_1 / K_2)$

$$K_1 = M_m(E - E_L \cos \phi_L) / 2, \quad K_2 = M_m E_L \sin \phi_L / 2$$

電源 1 周期ごとに負荷電圧実効値 E_L、負荷力率角 φ_L および平均直流電流 I_d を検出して上記関係式の演算を行う。

3 実験結果

実験条件は E=100V, L_f=1mH, C_f=10μF, C=30μF, L_d=10mH, 搬送波周波数 f_c=5.58kHz とした。図 3 は主ブリッジ変調率 M_m に対する入出力特性であり、広範囲で電源力率を 1 に維持して、負荷電圧を調整できる。図 4 は負荷電圧 80V 時の各部実測波形を示す。直流電流 i_d はほぼ平滑され、交流は正弦波化になっていることがわかる。

4 むすび

交流チョッパブリッジを有する 6 素子 3 レグ単相 AC-AC 電流形コンバータ回路と制御法を示し、実験から、異なる負荷条件でも平滑直流電流と正弦波入出力電圧、電流が得られることを明らかにした。

文献

- (1) 根葉・他: 電学論 D, 135, 12, pp.1237-1238(2015-12)
- (2) 平田・他: 平成 27 年電気・情報関係学会九州支部連合大会, 02-2P-01(2015-9)

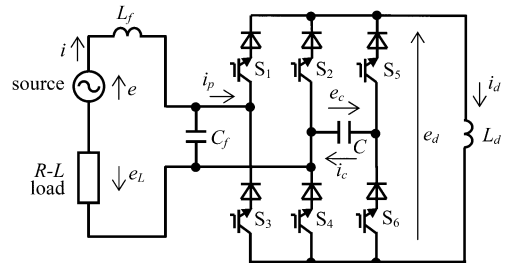


図 1 単相 AC-AC 電流形コンバータ

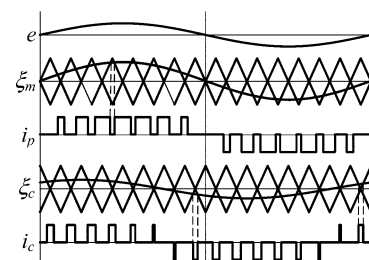
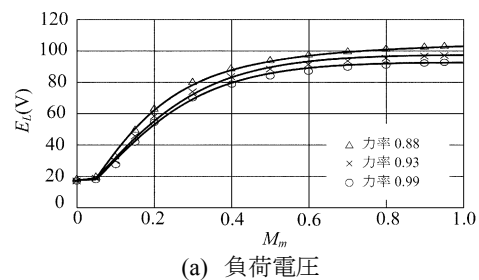
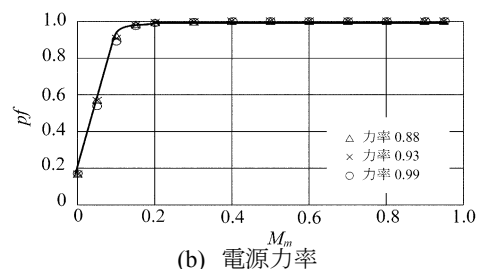


図 2 PWM 法

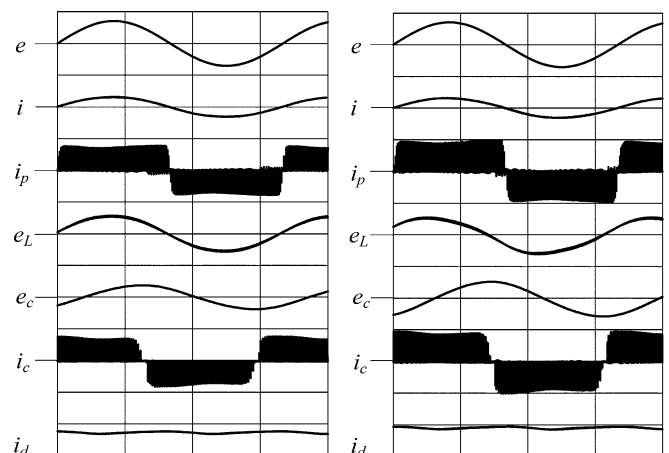


(a) 負荷電圧



(b) 電源力率

図 3 入出力特性



(a) cos φ_L = 0.99

(b) cos φ_L = 0.88

図 4 実測波形 (200V/div., 8A/div., 5ms/div.)