

直接電力制御法のスイッチングテーブル拡張による 電流形 PWM 整流器の運転特性改善

◎佐野甲治 野口季彦 (長岡技術科学大学)

1. まえがき

本稿では直接電力制御法に基づく電流形 PWM 整流器⁽¹⁾において、スイッチングテーブルを拡張し瞬时有効・無効電力の制御特性を改善する手法を検討する。提案する手法について実験検証を行ったので報告する。

2. スwitchingテーブルの拡張

図 1 に直接電力制御法に基づく電流形 PWM 整流器のシステム構成を示す。あらかじめ電源電圧ベクトルの領域 θ_n と各スイッチングモードにおける瞬时有効・無効電力の時間的変化率 dP/dt , dQ/dt を算出しておく。有効・無効電力の量子化信号を S_p , S_q とし、それぞれ、1 であれば電力増加, 0 であれば電力減少となるようにスイッチングテーブルを構成する。

従来の直接電力制御法では、量子化信号 $S_p = 0$, $S_q = 1$ と $S_p = 0$, $S_q = 0$ の状態で有効電力の偏差がヒステリシスレギュレータの許容値から逸脱し、その結果、入力電流に歪みが生じた。これは、量子化信号 $S_p = 0$, $S_q = 1$ と $S_p = 0$, $S_q = 0$ の場合に選ばれるスイッチングモードの dP/dt , dQ/dt が極めて小さいため、操作量として更に適切なスイッチングモードが選択されるよう改善しなければならない。

そこで本手法では、有効・無効電力の偏差がヒステリシス幅に収まるスイッチングモード選択させるために、表 1 のように電源電圧ベクトル位相を 12 領域分割し、網掛けされたスイッチングモードを選択できるようにスイッチングテーブルを拡張する。

各スイッチングモードは次のように定義される。

P: $S_r, S_s, S_t = \text{ON}$ かつ $S_x, S_y, S_z = \text{OFF}$

O: $S_r, S_s, S_t = \text{OFF}$ かつ $S_x, S_y, S_z = \text{OFF}$

S: $S_r = S_x = \text{ON}$ または $S_s = S_y = \text{ON}$ または $S_t = S_z = \text{ON}$

N: $S_r, S_s, S_t = \text{OFF}$ かつ $S_x, S_y, S_z = \text{ON}$

3. 実験結果

提案する手法の妥当性を確認するため、実験検証を行った。実験条件は、入力フィルタ L_f : 2.7 mH および C_f : 40 μF , 直流リアクトル L: 40 mH とした。図 2 に直流バス電流指令値を $I_{DC}^* = 12.5 \text{ A}$, 無効電力指令値を $Q^* = 0 \text{ var}$, 負荷を 350 W としたときの実験結果を示す。電源電流は正弦波状となり、直流バス電流も良好に一定制御されている。このときの電源電流 THD は 4.91 % であった。

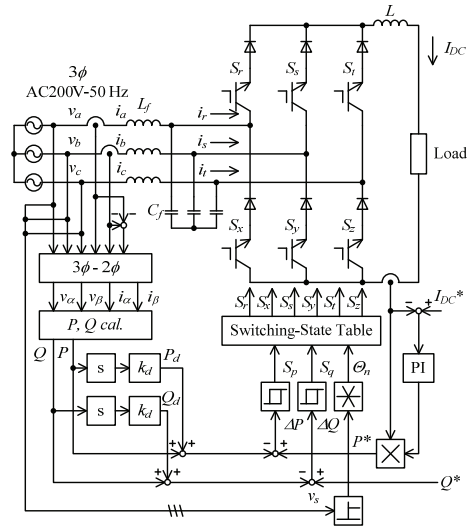


図 1 システム構成

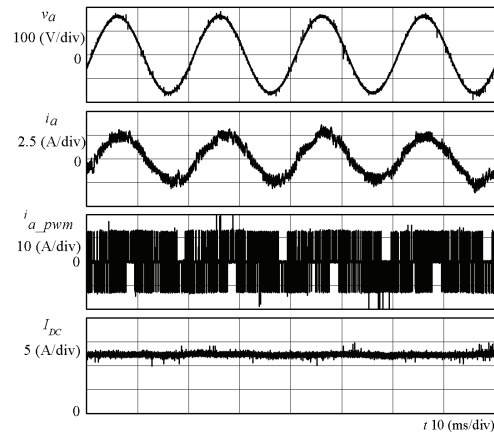


図 2 電源相電圧, 電源電流, 電流 PWM, 直流バス電流波形

4. まとめ

本稿では、直接電力制御法に基づく電流形 PWM 整流器においてスイッチングテーブル拡張による制御特性の改善を検討した。その結果、提案法は有効・無効電力の偏差が所望のヒステリシス幅で制御されるため、力率 1 で正弦波状の電源電流波形となり、THD 4.91% という結果が得られた。

文献

- (1) 佐藤・野口: 「電流形 PWM コンバータの直接電力制御法」 H16 年電気学会全国大会講演論文集, 4, 38-39

表 1 提案するスイッチングテーブル

S_p	S_q	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6	θ_7	θ_8	θ_9	θ_{10}	θ_{11}	θ_{12}
0	0	SOO	NPO	OOS	NOP	OSO	ONP	SOO	PNO	OOS	PON	OSO	OPN
0	1	NOP	ONP	ONP	PNO	PNO	PON	PON	OPN	OPN	NPO	NPO	NOP
1	0	PON	PON	OPN	OPN	NPO	NPO	NOP	NOP	ONP	ONP	PNO	PNO
1	1	PNO	PNO	PON	PON	OPN	OPN	NPO	NPO	NOP	NOP	ONP	ONP