2 パルス制御による三相整流回路の力率改善

小畑和貴・飴井賢治・大路貴久（富山大学）

1. はじめに

部分スイッチング方式は，単相の整流回路向けに東芝が開発した一制御方式であり，高効率と高力率をバランス良く実現できることから，主として家庭用エアコンに広く普及している。当研究室では，大容量化に向け三相整流回路に部分スイッチング方式を導入し，効率と力率の改善を確認している[1]。しかし、高出力時に比べ，低出力時の力率が低く，改善する必要がある。

そこで本稿では，低出力時の力率改善を図るため単相回路において既に提案されている 2 パルス制御[2]を三相回路に導入し，実験により動作特性を検証した。ここでは提案する制御方式と実験結果について報告する。

2. 2 パルス制御の導入

図 1 に三相部分スイッチング整流回路の主回路構成を示す。三相の入力側に Y 接続された双方向スイッチが挿入され，その中性点が直流側のコンデンサの中点に接続されている。図 2 にその制御ブロック図を示す。線間電圧を検出し，内部演算で導出された相電圧のゼロクロス点を起点としてパルス幅 t^*だけスイッチを導通させて，力率を改善する。図 3 に 2 パルス制御の概念図を示す。第 1 パルス幅 t_1^*と第 2 パルス幅 t_2^*の間に休止期間 t_s^*を挿入し，2 パルス制御を構成している。第 1 パルスによって入力電流の通電角を広げ，第 2 パルスによってその波形を正弦波に近づける。

3. 実験結果

2 パルス制御による力率改善効果を確認するため，1 パルス制御，および 2 パルス制御で実験を行い，動作特性を比較・検証した。この時，リアクトルへの充電時間を一致させるため $t^* = t_1^* + t_2^*$とした。$t_1^* + t_s^* + t_2^* \leqq 2.8$ ms の範囲で t_1^*と t_2^*を 0.1 ms 刻み、t_s^*を 0.05 ms 刻みで変化させ、低出力時の力率が最も高くなるパルス幅の組み合わせをシミュレーションで導出した。

パルス幅 t^*を 1.2 ms ~ 1.6 ms の間で変化させた時の 1 パルス制御と 2 パルス制御の力率特性を図 4 に示す。2 パルス制御を導入した結果，広い出力範囲で力率が向上した。特に低出力領域では，力率が約 0.1 改善した。

4. まとめ

三相部分スイッチング整流回路に 2 パルス制御を導入することで，低出力領域で力率が改善されることを実験により確認した。

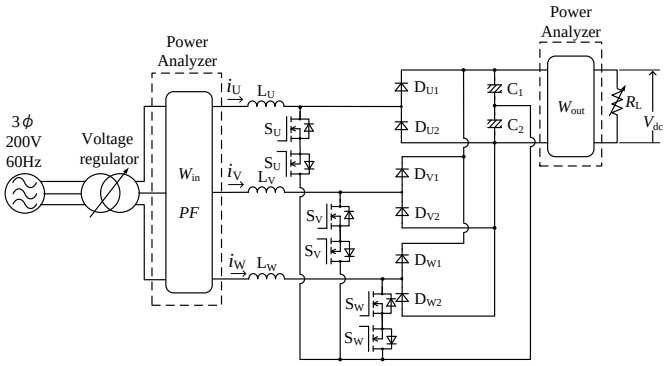

図 1　主回路

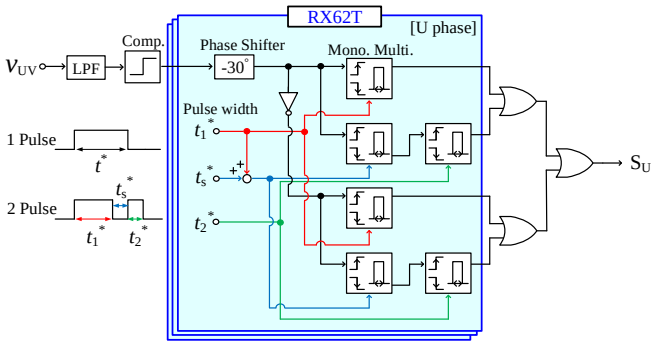

図 2　制御ブロック図(U 相)

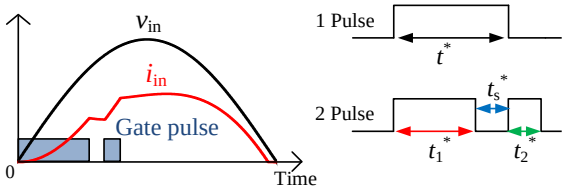

図 3　2 パルス制御

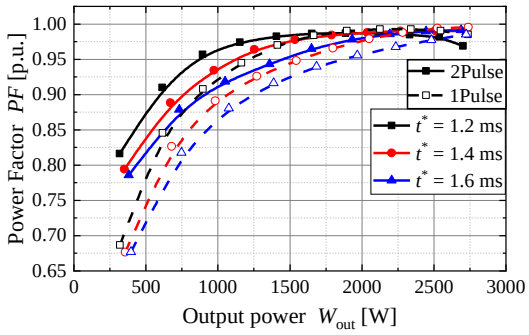

図 4 力率 *PF* 特性

参考文献

[1] 古川莉久他:「双方向スイッチを用いた部分スイッチング整流回路の三相化」2019 年度産業応用部門大会

[2]作井正昭他 :「部分スイッチング方式 PFC 単相倍電圧コンバータの 2 パルススイッチング法」電気学会論文誌 D，Vol.131, No.6, pp862-863 (2011)