

発電機を電源とするマトリックスコンバータにおける 入力電流ベクトル制御による軽負荷時の運転特性の改善

春名 順之介・伊東 淳一(長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年、マトリックスコンバータの研究が盛んに行われ⁽¹⁻²⁾、多数の用途が検討されている。一例として風力発電やハイブリッド EV への適用が考えられ、こうした用途では入力側に発電機が接続される。発電機は出力インピーダンスが大きくシステムが不安定になるが、筆者らはこれまでに、安定化の手法として入力電流ベクトル制御⁽¹⁾(以下、提案法)を提案し、定常状態での安定動作を確認しているが、詳しい運転特性の検討は行っていない。

本論文では、提案法を用いた場合の軽負荷時の運転特性を検証し、提案法によって軽負荷特性が改善されることを実験結果より示す。

2. 制御方式

図 1 にマトリックスコンバータの回路図を示す。入力フィルタは発電機の同期リアクタンスを利用することでコンデンサのみで構成できる。

発電機を電源とする場合、同期リアクタンスによる電圧変動が大きく、瞬時電力一定の条件下で制御すると、負性抵抗特性が現れ不安定になる。また、発電機の効率と電圧利用率を最大にするために、入力電流位相は発電機の逆起電力と同相に制御する必要がある。しかし、軽負荷時には入力電流の振幅に対してフィルタコンデンサに流入する電流の振幅が相対的に大きくなるため、発電機の効率と電圧利用率が低下する。そこで、発電機の逆起電力と入力電流の情報をを用いて入力電流を制御することで軽負荷時の運転特性を改善する。

図 2 に提案する入力電流ベクトル制御のブロック図を示す。発電機の磁極位置センサより発電機の逆起電力位相を検出し、入力電流を回転座標変換した後、電流制御を行う。電流制御には PID 制御を用いることで、フィルタ共振を抑制する。また、入力電流指令を $i_d=0pu$ 、 $i_q=1pu$ とすることで発電機を最大効率で制御できるため、フィルタコンデンサの影響を抑制し、軽負荷時の運転特性を改善できる。

3. 検証結果

図 3 に表 1 の同期発電機を用いた場合の、出力電力と入力力率、入力電流の関係を示す。提案法を用いない場合は軽負荷時に力率が大きく低下しているが、提案法を用いることで力率が改善される。また、提案法を用いた場合の入力電流は力率が改善されたことにより、振幅が小さくなるのが

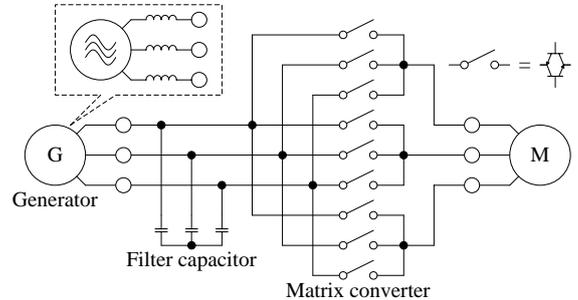


Fig. 1. Generator-matrix converter-motor system.

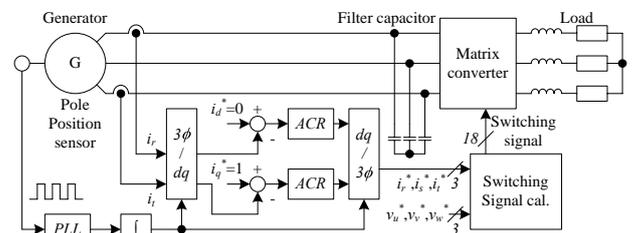


Fig. 2. Control block diagram of proposed input current vector control.

Table 1. Generator parameter.

Rated power	3.7 kW	Stator resistance	0.695 Ω
Rated rotational frequency	1800 rpm	d-axis inductance	6.2 mH
Rated Voltage (line-to-line)	180 Vrms	q-axis inductance	15.3 mH
Back e.m.f. (line-to-line)	150 Vrms	Number of pole	6

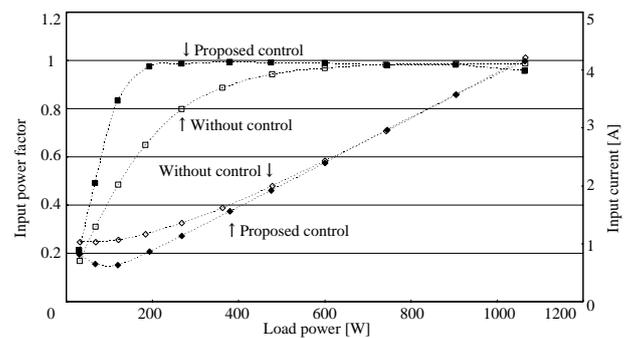


Fig. 3. Relationship among load power, input power factor and input current.

確認できる。発電機の銅損を比較すると、提案法を用いることで発電機の銅損は最大で 1/3 に低減できる。なお、極端な軽負荷ではコンデンサに流れる進み電流を補償しきれないため、力率が悪化する。以上より、提案法の軽負荷時の運転特性の改善効果が確認できた。今後は電動機負荷での運転特性を検討する予定である。

文 献

- (1) 春名, 伊東 : JIASC2009, 2009 年
- (2) I. Sato et al. : IPEC-Niigata, pp.546-551, 2005