

佐藤 明 野口季彦 (長岡技術科学大学)

1.はじめに 筆者らは直接電力制御形 NPC コンバータの運転特性を実験的に検討してきた<sup>[1]</sup>。本稿では運転特性の改善法を検討し、実験により有効性を確認したので報告する。

2. 制御原理 Fig. 1 に直接電力制御形 NPC コンバータの制御システムを示す。有効電力指令  $P^*$  とそのフィードバック  $P$ 、無効電力指令  $Q^*$  と  $Q$  の誤差  $\Delta P$ 、 $\Delta Q$  をヒステリシス要素に入力し量子化する。この量子化信号  $S_p$ 、 $S_q$  より瞬時電力の増減を決定する。一方、電源電圧位相を 15 [deg] ごとに  $\theta_1 \sim \theta_{24}$  と量子化し、空間的に 24 分割して検出する。また、中性点電位  $v_n$  を制御するために、 $v_n$  もヒステリシス要素に入力して量子化する。この量子化信号  $S_{vn}$  より中性点電位の増減を決定する。これら量子化信号  $S_p$ 、 $S_q$ 、 $\theta_n$ 、 $S_{vn}$  をスイッチングテーブルに入力し、それらの組み合わせに応じて NPC コンバータの瞬時的なスイッチングモード  $S_a$ 、 $S_b$ 、 $S_c$  を直接決定する。

3. スwitchingテーブル構成法 本システムでは NPC コンバータのスイッチングモードに対する瞬時電力の時間的な変化率  $dP/dt$ 、 $dQ/dt$  が重要であり、これらは(1)、(2)のように計算できる。例として、Fig. 2 に領域  $\theta_5$  と  $\theta_6$  におけるこれらの計算結果を示す。矢印の傾きは変化率の大きさを表しており、変化率が小さいベクトルを小ベクトル、大きいベクトルを大ベクトルと定義する。

$$\frac{dP}{dt} = \frac{V_{rms} V_{dc}}{L} \left[ K_1 \left( S_a - \frac{S_b}{2} - \frac{S_c}{2} \right) - \frac{\sqrt{3}}{2} K_2 (S_b - S_c) \right] \quad (1)$$

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{V_{rms} V_{dc}}{L} \left[ \frac{\sqrt{3}}{2} K_1 (S_b - S_c) + K_2 \left( S_a - \frac{S_b}{2} - \frac{S_c}{2} \right) \right] \quad (2)$$

$\therefore K_1 = \omega t \sin \omega t - \cos \omega t$ ,  $K_2 = \omega t \cos \omega t + \sin \omega t$   
 この中から操作量に適したスイッチングモードを選定する。選定方法として大小のベクトルに関わらず、○で囲ったように電源電圧ベクトルに近いベクトルを選定する。他の領域においても同様に電圧ベクトルを選定してスイッチングテーブルを構成することにより、コンバータのスイッチングで直接的に瞬時電力を制御することができる。

4. 実験結果 実験条件は電源電圧 200 [V]、DC バス電圧指令 300 [V]、無効電力指令 0 [var] である。Fig. 3 に電源電圧・電流および PWM 波形を示す。また、Fig. 4 に総合入力力率を、Fig. 5 に総合効率を示す。電源電流は正弦波状になっていることから、力率 1 制御を達成しており、PWM 波形も良好である。総合入力力率は最大で 99.9 [%] を実現し、総合効率は最大で 97.5 [%] を得ることができた。

5. まとめ 本稿では直接電力制御形 NPC コンバータの運転特性の改善法を検討し、実験的に有効性を確認した。

参考文献

[1] 佐藤・野口:「マルチレベルコンバータの直接電力制御法と運転特性」電学産応 (平成 15)

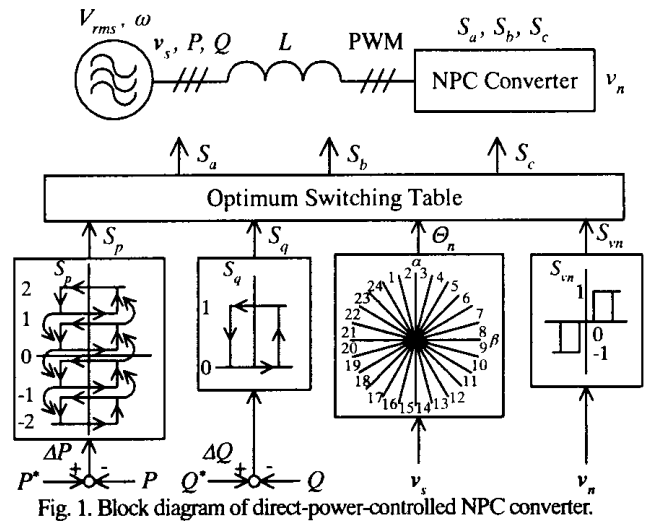


Fig. 1. Block diagram of direct-power-controlled NPC converter.

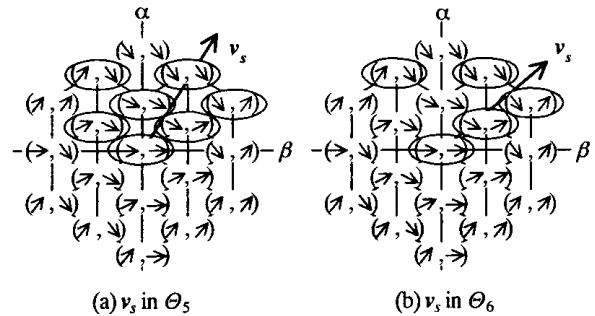


Fig. 2. Calculation results of  $dP/dt$  and  $dQ/dt$ .

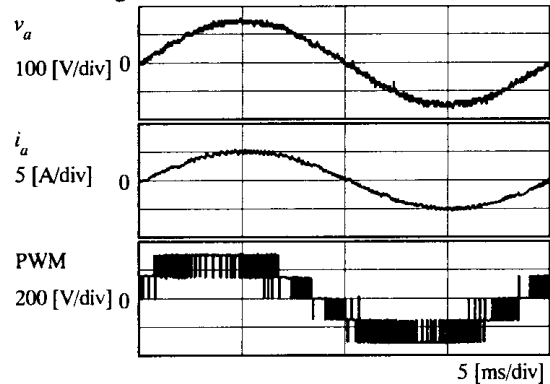


Fig. 3. Experimental result of proposed system.

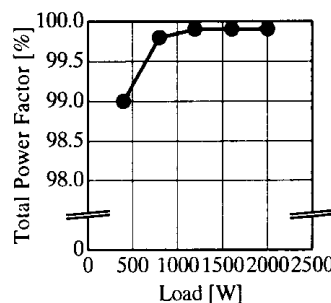


Fig. 4. Total input power factor.

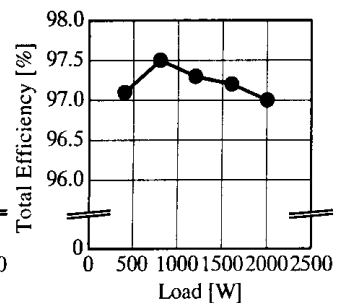


Fig. 5. Total Efficiency.