

純正弦波出力電流形インバータにおける インダクタ損失補償法

岩田 陽祐*, 野口 季彦(静岡大学)

Inductor Power Loss Compensation of Sinusoidal Output Current-Source Inverter
Yosuke Iwata, Toshihiko Noguchi (Shizuoka University)

1. まえがき

電力変換器に対する究極の要求は、大きな LC フィルタ無しで効率を犠牲にすることなく、負荷に純正弦波を供給できる能力である。筆者らは、これまでスイッチングとリニア増幅を組み合わせて純正弦波電流を出力可能なインバータを検討してきた⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾。本稿では、インダクタの巻線抵抗による損失の影響を補償する手法を提案する。提案手法の適用有無によるシミュレーション結果を比較し、良好な結果を得たので報告する。

2. 回路構成と制御原理

Fig. 1 にインダクタモジュール方式の純正弦波出力電流形インバータ (CSI) を示す。主インバータである 5 レベルインダクタモジュール CSI は、インダクタ L_m の充電・放電・保持モードを交互に切り換えインダクタモジュール電流を一定に保つことにより、階段状の 5 レベル電流を出力する。この階段状の電流に可変電流源のリニア電流を重ねることによって負荷に純正弦波電流を供給する。従来の制御手法では、出力電流指令値 i_{ref} と直流基準値を比較してステアケース動作を行いスイッチング信号を生成した。この場合 0 レベル、最大レベル出力時にインダクタモジュールは保持モードしか存在しない。従って、インダクタの巻線抵抗による損失の影響を受け、保持モードでもインダクタ電流が減少し、一定に制御することが困難である。Fig. 2 に提案手法を示す。提案手法の場合、低周波 PWM 変調を組み合わせ、0 レベル、最大レベル出力時においても充電モードを割り込ませることによって、巻線抵抗による損失の影響を補償することができる。

3. シミュレーションによる動作検証とまとめ

提案手法の効果をシミュレーションで確認した。直流電流源は理想とし $I = 3\text{ A}$ 、低周波 PWM 変調における出力電流指令値とキャリア周波数は 50 Hz、3 kHz とする。また、 L_m は 1 mH、巻線抵抗は 200 mΩ とし、ヒステリシス幅を 0.5 A に設定したリレー制御を適用する。負荷は純抵抗 50 Ω とし、1.5 μF のフィルタキャパシタを並列接続している。可変電流源は理想とし、主インバータが出力する階段波を補完するように小振幅のリニア電流を出力する。Fig. 3 にシミュレーション結果を示す。(a)は従来手法であり、(b)は提案手法を適用した場合である。提案手法を適用することにより、インダクタ電流 I_{Lm} はヒステリシス幅から逸脱することなく 1.5 A に保つことができている。提案手法はインダクタ L_m の巻線抵抗が小さい

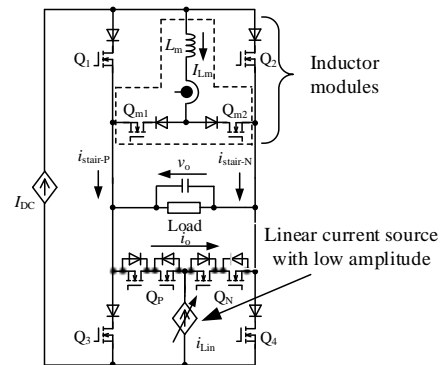


Fig. 1. Inductor module based hybrid CSI.

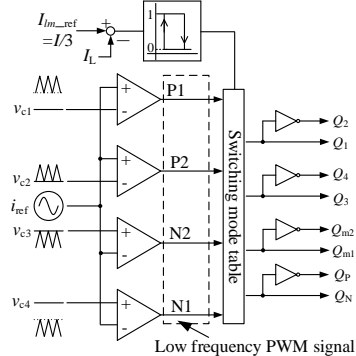
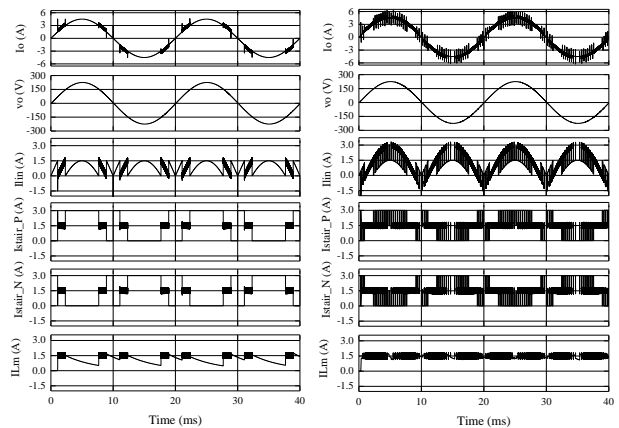


Fig. 2. Proposed control method.



(a) Without proposed method. (b) With proposed method.
Fig. 3. Comparison of waveforms with or without proposed method.

ほど PWM 変調周波数を低くできるため、スイッチング損失の低減、低ノイズ化とともに一層の安定動作を期待できる。

文献

- (1) 山口・野口：平成 24 年電気学会全国大会, Vol. 4, pp. 63-64 (2012)
- (2) Quyen・野口：平成 27 年電気学会全国大会, Vol. 4, pp. 248-249 (2015)
- (3) 岩田・野口：平成 28 年度電気学会東海支部大会, I2-4(2016)
- (4) 岩田・野口：平成 28 年度電気学会東海支部大会, I2-5(2016)