

インダクタモジュールと可変電流源を用いた 純正弦波出力電流形インバータ

岩田 陽祐*, 野口 季彦(静岡大学)

Sinusoidal Output Current-Source Inverter Using Inductor Modules and Variable Current-Source
Yosuke Iwata, Toshihiko Noguchi (Shizuoka University)

1. まえがき

電力の形態を変換する手法として、スイッチングと線形増幅がある。前者は効率、後者は出力高調波の点で有利である。この関係はトレードオフであり、両者を両立することは困難である⁽¹⁾。

そこで、本稿では構成部品点数が少なく、かつマルチレベル電流を出力可能な5レベルインダクタモジュールCSIに、リニア電流を出力する可変電流源を組み合わせたインダクタモジュールハイブリッドCSIを提案する⁽²⁾。シミュレーションを行い、良好な動作を確認したので報告する。

2. 回路構成と動作原理

Fig. 1 に提案回路を示す。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、Hブリッジインバータにインダクタモジュールを組み合わせたものである。インダクタモジュールとはFig. 1におけるインダクタ L_m とスイッチング素子 Q_{m1} , Q_{m2} からなるモジュール構成の回路を指す。スイッチング状態の冗長性を利用して充電・放電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ちつつ、負荷に階段状の5レベル電流を出力することができる。この主インバータにリニア出力が可能な可変電流源およびトランジスタとダイオードの直列対 Q_P , Q_N を追加接続する。可変電流源は、出力電流指令値 i_{ref} と階段波電流 $i_{stair-P}$, $i_{stair-N}$ との差 i_{var} を出力することにより、Table 1 のスイッチング状態に従い負荷に純正弦波電流を供給することができる。

3. シミュレーションによる動作検証とまとめ

提案回路の動作をシミュレーションで確認した。直流電流源は6 A、出力電流指令値は50 Hz、9 A_{peak}とする。インダクタモジュールは1.8 mHとした。インダクタモジュール電流の制御はヒステリシス幅を0.4 Aに設定したリレー制御とし、充電・放電を交互に切り換え3 A一定に保つ。負荷は6 Ωと0.6 mHのRL直列負荷とし、インバータ側から見て容量性となるように、20 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リニア電流を重畳させる。Fig. 2 にシミュレーション結果を示す。出力電流 i_o は主インバータの階段状の出力電流 $i_{stair-P}$, $i_{stair-N}$ に可変電流源の出力 i_{var} が重畳された純正弦波となっている。負荷電流 i_{load} はフィルタキャパシタにより歪みのない正弦波となっている。インダクタモジュール電

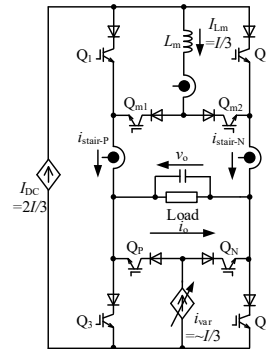


Fig. 1. Proposed inductor module hybrid CSI.

Table 1. Switching states of proposed circuit.

| Q ₁ | Q ₂ | Q ₃ | Q ₄ | Q _{m1} | Q _{m2} | Q _P | Q _N | i_o |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | $+2I/3 \sim +I$ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | $+I/2 \sim +2I/3$ |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | $+I/2 \sim +2I/3$ |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | $-I/2 \sim -2I/3$ |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | $-I/2 \sim -2I/3$ |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | $-2I/3 \sim -I$ |

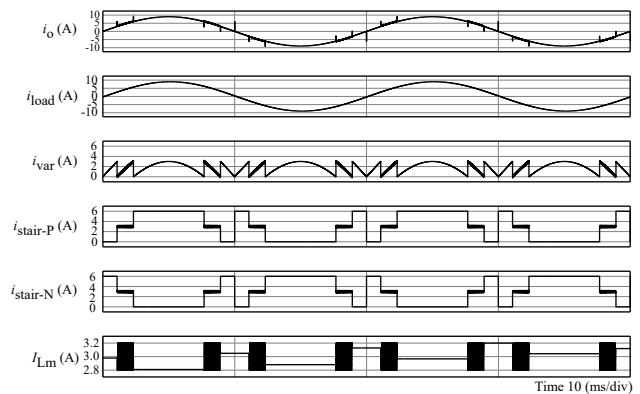


Fig. 2. Simulation waveforms of proposed circuit.

流 i_{Lm} は充電・放電を適切に切り換えることにより3 Aに保つことができている。実際の回路では可変電流源を小振幅のリニアアンプで構成する。提案回路は、主インバータのレベル数を増やすにつれリニア電流の振幅を小さくすることができリニアアンプの損失を抑えられるため、低歪みかつ高効率の電力変換を実現することができる。

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)