

5 レベルインダクタモジュール CSI の実験検証

Tran Thi Lam Quyen , 野口 季彦 (静岡大学)

Experimental Verification of 5-Level Inductor Module Based Current-Source Inverter

Tran Thi Lam Quyen, Toshihiko Noguchi (Shizuoka University)

1. まえがき

一般に、インバータは電圧形インバータ (VSI) と電流形インバータ (CSI) に分類され、それぞれにマルチレベル波形を出力する回路トポロジーが存在する。これまで多くのマルチレベル CSI のトポロジーが発表されてきた⁽¹⁾。しかし、マルチレベルインバータはレベル数を増やすほど必要なスイッチング素子の数も多くなり、全体のシステムが複雑化するという問題がある。そこで本稿では、筆者らが既に発表した H ブリッジ CSI とインダクタモジュールを組み合わせた新規トポロジーを提案し、実験で提案回路 (5 レベル) の動作を検証したので報告する。

2. 回路構成と動作原理

図 1 に提案するトポロジーを示す。この回路は H ブリッジ CSI を主インバータとして、スイッチング素子 Q_{m1} , Q_{m2} , 直列ダイオードとインダクタ L だけで構成されたインダクタモジュールを組み合わせたものである。スイッチング状態の冗長性に着目して、インダクタの充電、放電、保持モードを切り換えることで、インダクタ電流を中間レベル $+I/2$ に保ちつつ 5 レベル電流を出力する。スイッチング状態を表 1 に示す。

3. 実験結果

提案回路の動作を実験で検証した。電流源は 4 A, インダクタは 5.3 mH, 負荷は抵抗のみで 2.4Ω とし $56 \mu F$ のフィルタキャパシタを接続した。スイッチング周波数は 10 kHz, 出力基本波周波数は 50 Hz とし、三角波比較法によりパルス幅変調されたスイッチング信号を生成する。図 2(a) にシミュレーション結果を、図 2 (b) に実験結果を示す。上から出力電流 i_o , 負荷電圧 v_o , インダクタ電流 I_{im} を表している。提案回路は 5 レベル電流波形を出力していること、また、フィルタキャパシタによって歪の少ない負荷電圧が得られていること、インダクタ電流は中間レベルである 2 A を保っていることが確認できる。このとき、第 30 次高調波までの出力電流 THD は理想直流電流源の場合 0.224 % で、チョップの場合 4.07% であった。

4. まとめ

本稿では、H ブリッジ CSI とインダクタモジュールを組み合わせたマルチレベル CSI の新規トポロジーの実験検証を行い、5 レベルの電流出力を確認できた。実験的に得られた電流波形の THD は 4.07% となった。

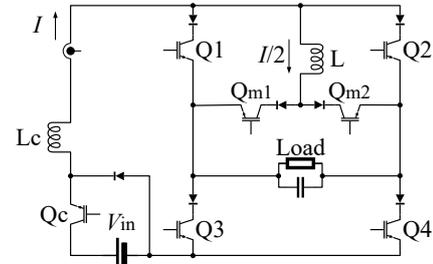
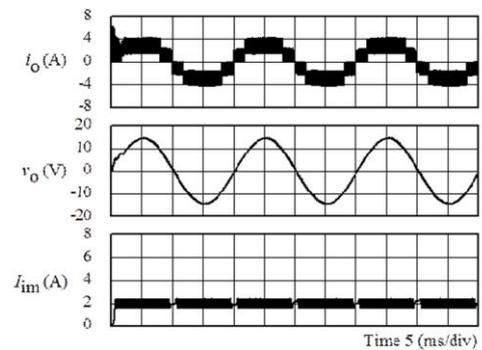


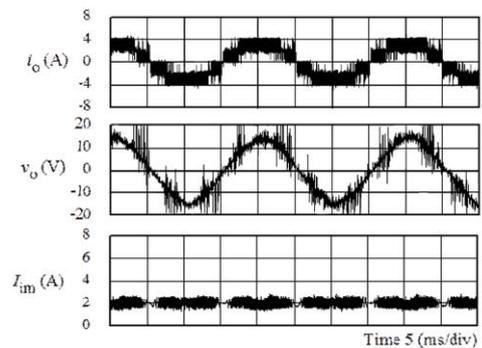
Fig. 1. Five-level CSI with combination of H-bridge CSI and inductor module.

Table 1. Switching states of proposed five-level CSI.

Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_{m1}	Q_{m2}	L	i_o
0	1	1	0	0	1	Hold	$+I$
0	1	1	0	1	0	Charge	$+I/2$
1	0	1	0	0	1	Discharge	$+I/2$
1	0	1	0	1	0	Hold	0
0	1	0	1	0	1	Hold	0
0	1	0	1	1	0	Discharge	$-I/2$
1	0	0	1	0	1	Charge	$-I/2$
1	0	0	1	1	0	Hold	$-I$



(a) Simulation waveforms.



(b) Verification waveforms.

Fig. 2. Simulation and experimental waveforms.

文献

(1) パワーエレクトロニクスハンドブック, R&D プランニング