

モータ中性点を利用した直流三相変換回路

片桐 敏章（長岡技術科学大学）・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. まえがき

直流バッテリーを用いてモータを駆動する技術が、電気自動車駆動や鉄道車両駆動等で必要とされている⁽¹⁾。しかしバッテリー電圧が低い場合、効率向上のため昇圧回路を用いる必要がある。その結果装置の拡大やコストアップなどの問題点が生じる。本論文では、6 アームの三相インバータ回路のみで、昇圧チョッパ動作とインバータ動作を同時に行うことができる直流三相変換回路を提案する。

2. 動作原理

図 1 に提案する直流三相変換回路を示す。直流電源は、電動機に対してゼロ相電圧となっているため、電動機のトルクには影響を及ぼさない⁽²⁾。

提案回路では、ゼロ電圧ベクトルの期間を利用して、昇圧チョッパの動作を行う。上側スイッチ全てオンの期間では、モータの漏れインダクタンスにエネルギーを蓄え、下側スイッチ全てオンの期間で直流リンクコンデンサに放出する。即ち、インバータの下側スイッチが昇圧チョッパの入力スイッチの役割を果たし、漏れインダクタンスを昇圧リアクトルとして利用できる。

一方、モータの出力電圧は正相分電圧を利用して、従来の三相インバータの動作と同様に制御できる。出力電圧最大値 V_{un} と直流電源の大きさ E は、次の関係がある。ただし m は変調度である。

$$(2/m-1)V_{un} \geq E \quad (1)$$

図 2 に制御ブロック図を示す。昇圧チョッパの制御は次のように行う。直流リンク電圧の偏差を PI 制御器によりゼロとなるように制御し、直流電流指令 I_s^* を得る。次に I_s^* と I_s の偏差を、同様に PI 制御器で制御し、その出力をゼロ相電圧指令として三相電圧指令に重畳する。

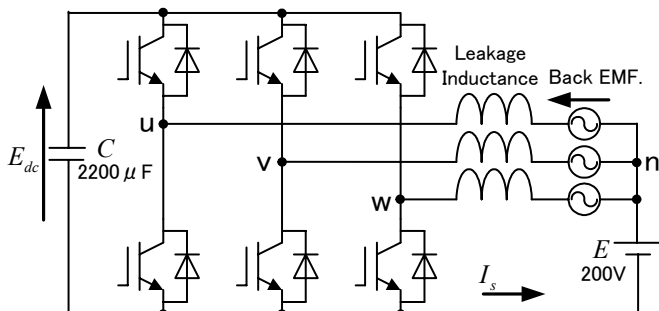


図 1 提案する直流三相変換回路
Fig.1. Proposed circuit.

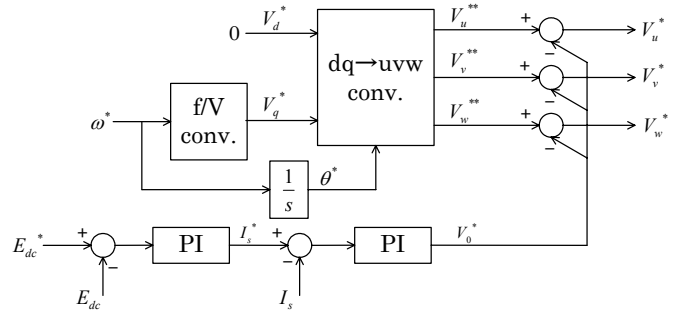


図 2 制御ブロック図
Fig.2. Control block diagram.

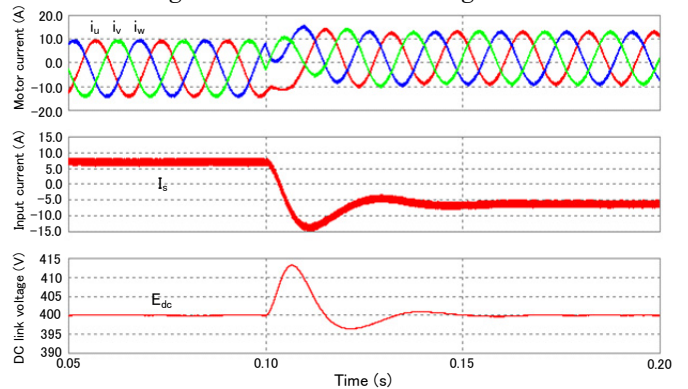


図 3 シミュレーション結果
Fig.3. Simulation results.

3. シミュレーション結果

図 3 にシミュレーション結果を示す。シミュレーション条件は、直流リンク電圧指令 400V、周波数 60Hz とし、モータは漏れインダクタンス、一次抵抗、逆起電力でモデル化した。ただし、漏れインダクタンス 5mH、一次抵抗 1.2Ω、逆起電力 120V とした。

図 3 より、電動機電流は三相電流にゼロ相電流 ($-I_s/3$) が含まれた波形となることがわかる。また、シミュレーションでは 0.1 秒後に力行運転から回生動作へと切り替え、バッテリーへの充電も可能であることを確認している。

4. まとめ

本論文では、モータの中性点を利用した直流三相変換回路を提案し、シミュレーションにより動作を確認した。今後は、実験による検証を進める。

参考文献

- (1)弦田, 河村: 電学論 D, 125 巻 11 号, 2005 年
- (2)伊東, 藤田: 電学論 D, 121 巻 2 号, 2001 年