

空間ベクトル変調を適用したアクティブバッファ付き 単相三相電力変換器の実機検証

◎ 大沼 喜也 伊東 淳一

(長岡技術科学大学)

1. はじめに

家庭で三相電動機を駆動するために小型で高効率な単相三相電力変換が求められている。そこで著者らは、小容量のキャパシタで電力脈動を補償する単相三相電力変換器を提案した。しかし、提案してきた制御法はインバータのキャリアが非対称となる問題があった。そこで空間ベクトル変調法を提案法に適用し、最小スイッチング回数でキャリアを対称にする制御法を提案し、実機での動作検証より有用性が確認されたので報告する。

2. 制御方法

図1にシステム構成を示す。提案回路は、インダイレクトマトリックス回路を元に、直流中間にスイッチと小容量のキャパシタで構成するバッファ回路で電力脈動を補償する。図2に、空間ベクトル変調を用いた制御法のブロック図を示す。提案システムは3つのデューティで電力脈動を補償し、以下の式で求める。

$$\begin{cases} d_{REC} = \frac{2V_{C0}}{2V_{C0} + V_{IN}} |\sin(\omega t)| \\ d_C = \frac{V_{C0}}{v_C} \frac{V_{IN}}{2V_{C0} + V_{IN}} |\cos(2\omega t)| \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

$$d_Z = 1 - d_{REC} - d_C \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 V_{C0} はキャパシタの平均値である。各デューティに対し、インバータの出力基本ベクトルデューティ T_1 , T_2 を分配する。

$$\begin{aligned} T_{1REC} &= T_1 \cdot d_{REC} & T_{1C} &= T_1 \cdot d_C & T_{1Z} &= T_1 \cdot d_Z \dots (3) \\ T_{2REC} &= T_2 \cdot d_{REC} & T_{2C} &= T_2 \cdot d_C & T_{2Z} &= T_2 \cdot d_Z \end{aligned}$$

ここで、ゼロベクトルデューティはスイッチング回数を減らすため、一つにまとめる。

$$T_{1Z} + T_{2Z} + T_Z = T_{ZZ} \dots\dots\dots (4)$$

最後にスイッチングテーブルよりスイッチングパルスを生成する。

3. 実験結果および考察

図3に空間ベクトル変調を適用した場合の実験結果を示す。実験結果より、1 kHz 以下のひずみ率は、入力電流 3.36%，出力線間電圧 6.99% となり良好な制御が確認できる。また、図4に提案法と従来法でのキャリア周波数帯のひずみ率の比較結果を示す。出力線間電圧を比較すると従来法は 200% に対し、提案法は 183% と 17% 改善できる。同様に、入力フィルタのキャパシタ電流で比較すると、従来法は 72.7% に対し、提案法は 62.6% と 10.1% 低減できる。この結果、提案方式では入力フィルタのキャパシタ又はリアクタルの約 10% の小型化や、モータ鉄損の減少、トルクリプルの改善、騒音の改善が見込める。以上のことから、提案方式の優位性を確認した。今後、効率の比較や出力電

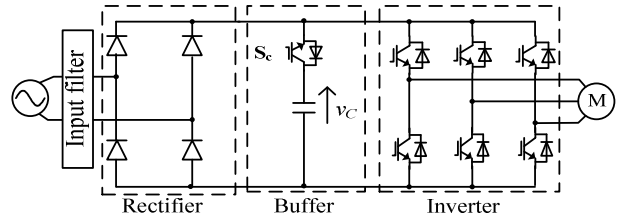


Fig. 1. Proposed circuit with single switch in buffer.

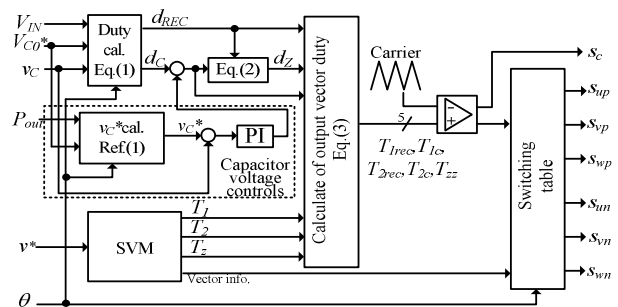


Fig. 2. Control block diagrams.

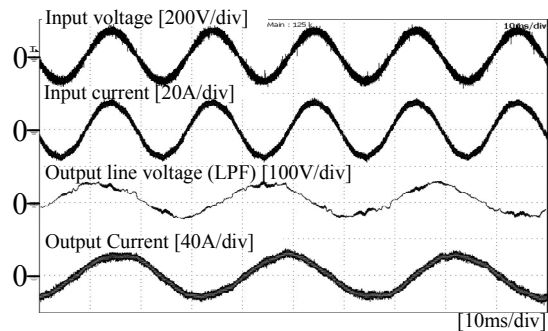


Fig. 3. Experimental result.

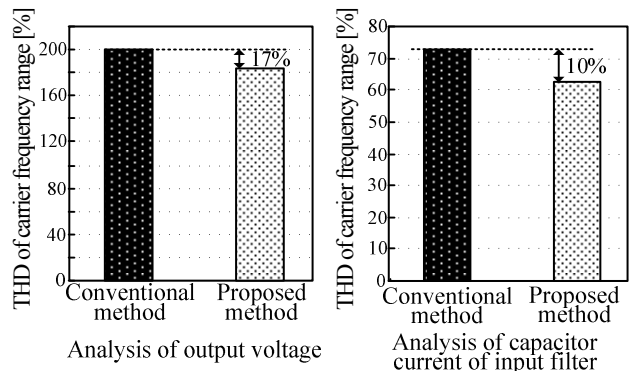


Fig. 4. Comparison of THD of output voltage and capacitor current in input filter.

圧の波形改善を行う予定である。

参考文献

- (1) 大沼・伊東:JIASC, 1-42, pp.1-329~I-332 (2009)
- (2) 大沼・伊東:SPC-08-162,IEA-08-31(2008)
- (3) 芳賀・高橋・大石:IEEEJvol.124-D,No.5, pp510-516(2007)