

瞬時空間ベクトルを用いたマトリックスコンバータの スイッチング損失および出力電流リップル評価法

春名 順之介・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

現在、マトリックスコンバータの出力電圧と入力電流の同時制御を実現する方式が多数提案されている⁽¹⁻³⁾が、異なる制御アルゴリズムから出力されるPWMパルスの相違点は明確ではない。

筆者らはこれまでに、瞬時空間ベクトルを用いたスイッチングパターンの解析方法⁽¹⁾を提案している。本論文では、さらにスイッチングの順序とオン時間を評価対象に加え、スイッチング損失および出力電流リップルを評価する方法を提案する。

2. スwitching損失評価方法

図1にマトリックスコンバータの回路図を示す。9個の双方向スイッチによって出力電圧と入力電流を同時制御する。マトリックスコンバータのスイッチングパターンは全部で27種類存在し入出力指令に応じてパターンが選択され、これらを静止座標変換することで瞬時空間ベクトル図を得る。

図2(a)に瞬時空間電圧ベクトル図を示す。図中の数値は選択ベクトルの移動順序を表している。選択ベクトルの移動はスイッチングによって発生するため、スイッチング損失低減の観点から、移動回数は基本的に少ないのが望ましい。ただし、選択ベクトルの移動順序によってはスイッチング回数が増える場合もあるので、注意が必要である。

3. 出力電流リップル評価方法

指令ベクトルと選択ベクトルの距離が大きい場合、瞬時電圧変化量が大きい事を意味し、電圧リップルが増加する。また、指令ベクトルは選択ベクトルとスイッチのオン時間との積、およびベクトル加算によって表現されるため、オン時間についても考慮しなければならない。しかし、瞬時空間電圧ベクトル図では時間を評価することができない。そこで、瞬時空間ベクトル図を電圧と時間の積である鎖交磁束ベクトルに適用し、評価する。

図2(b)に瞬時鎖交磁束ベクトルの円軌跡を示す。選択ベクトルとオン時間によって磁束リップルが発生する。磁束リップルと出力電流リップルは等価であり、リップル率が小さいほど歪みの少ない電流が得られる。リップル率 Φ_{rip} を(1)式で定義する。ただし、 r_{max} は円軌跡の最大半径、 r_{min} は最小半径、 r_{ave} は平均半径とする。

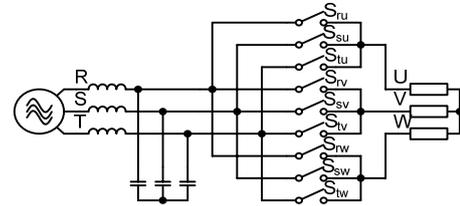
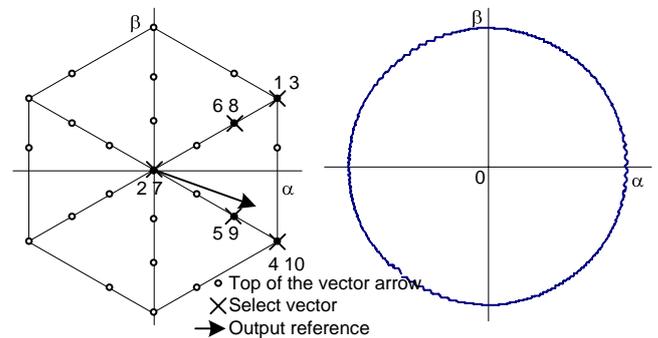


Fig. 1. Configuration of a matrix converter.



(a) Distribution of output voltage vectors. (b) Flux vector locus.

Fig. 2. Instantaneous vector diagram.

$$\Phi_{rip} = \frac{r_{max} - r_{min}}{r_{ave}} \quad (1)$$

4. 評価結果

図2では、提案法を文献(2)の方式のシミュレーションによって検証している。ベクトルの移動順序よりスイッチング回数が10回となった。また、磁束のリップル率は2.32[%]となった。一方、文献(3)の方式についても提案法を適用し、比較を行っている。文献(3)ではスイッチング回数は8回となり、スイッチング損失は文献(3)の方が少ない。また、磁束のリップル率は2.93[%]となり、出力制御性能は文献(2)の方が良いことが解った。

5. おわりに

本論文では、瞬時空間ベクトルを用いたマトリックスコンバータの出力電流リップルと損失の評価法を提案した。今後は実機にて検証を行う。なお、本研究は平成17年度産業技術研究助成事業の支援を受けており、関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 春名, 伊東, JIASC, pp. I-201 - I-204, 2006年
- (2) 伊東, 佐藤他, 電学論D, 124巻5号, P457, 2004年
- (3) 小山, 夏他, 電学論D, 116巻6号, 1996年