

# 多重マトリクスコンバータの入力側ダンピング制御の検討

◎高橋 広樹, 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

## 1. はじめに

近年, 交流から交流へ電力を直接変換するマトリクスコンバータが盛んに研究されている<sup>(1)(2)</sup>。マトリクスコンバータの大容量化の手法として, トランスを用いた多重化がある。マトリクスコンバータを多重化する場合, 入力フィルタリアクトルをトランスの漏れインダクタンスで代用することで, 装置を小型化できる。しかし, トランスの漏れインダクタンスとマトリクスコンバータの入力フィルタキャパシタの共振により, 入力電流ひずみが発生する。共振による入力電流ひずみは, 電源高調波の増加と負荷特性の悪化を招く。本論文では, マトリクスコンバータの入力側に共振ひずみを抑制するダンピング制御を適用し, シミュレーションにてその有用性を検証したので報告する。

## 2. 制御方式

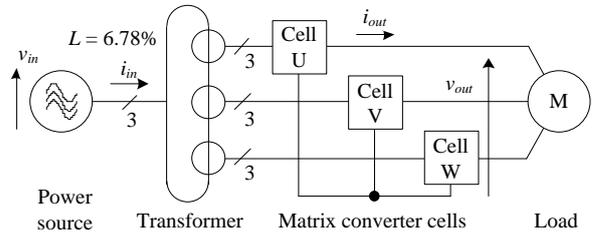
図1に多重マトリクスコンバータを示す。セルは三相-单相マトリクスコンバータで構成され, 出力一相につき1セルが出力相電圧と入力電流を制御する。セルと電源間のトランスは, 各セルの絶縁と二次巻線移相によるトランス一次電流の高調波低減を担う。

マトリクスコンバータは入力電流をPWM制御するので, 電源高調波低減のために入力LCフィルタが必要となる。多重マトリクスコンバータの場合, 入力フィルタLはトランスの漏れインダクタンスを利用できるため, 追加素子はキャパシタのみで良い。しかし, 入力フィルタLに並列にダンピング抵抗を接続できないので, LC共振が発生し, 入力電流ひずみが増加する。さらに, マトリクスコンバータを負荷電力一定で駆動すると, 等価負性抵抗が現れ不安定化を助長する。そこで, マトリクスコンバータの入力側に共振を抑制するダンピング制御を適用し, 入力電流波形を改善する。

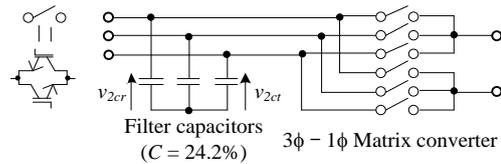
図2に1セルあたりの制御ブロック図を示す。まず, フィルタキャパシタ電圧を回転座標変換し, HPF (High Pass Filter) を通して高調波成分のみを抽出する。次に, 抽出した高調波成分にダンピングゲイン  $K_d$  を乗算し, 入力電流指令値  $i_d^*, i_q^*$  に重畳することで, マトリクスコンバータの入力電流指令値とする。このダンピング制御により, 高調波成分に対するマトリクスコンバータの利得が下がり, 等価負性抵抗を制御的に相殺する。その結果, フィルタ共振を抑制できる。

## 3. シミュレーション結果

図3に多重マトリクスコンバータを200 V, 3 kWで設計した場合のシミュレーション結果を示す。(a)にダンピング制御を適用しない場合を示し, (b)に適用した場合を示す。なお, 負荷はRL負荷とし, 負荷電流制御をかけることで定電力負荷を模擬する。図3では,  $t = 0.1s$ で負荷電流指令値0.5 puをステップ入力する。図3(a)に示すように, 負荷電流ステップを与えると入力電流共振が発生し, 定常状態でも不安定になる。さらに, 共振が出力波形にも悪影響をおよぼす。一方, (b)ではステップを与えても定常状態の入力電流は安定した正弦波となる。両者の入力電流THD (Total Harmonic Distortion) を測定すると, (a)では22.6%, (b)では2.34%が得られ, 20.4%もの入力電流THD低減を確認した。以上のように, ダンピング制御によって多重マトリクスコンバータの入力電流を安定化できる。



(a) System configuration



(b) Configuration of the matrix converter cell

Fig. 1. A multiplexed matrix converter.

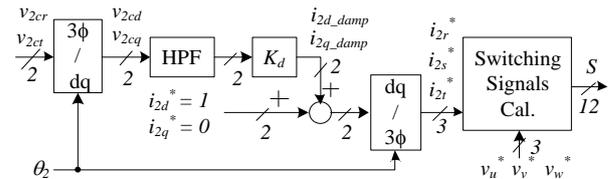
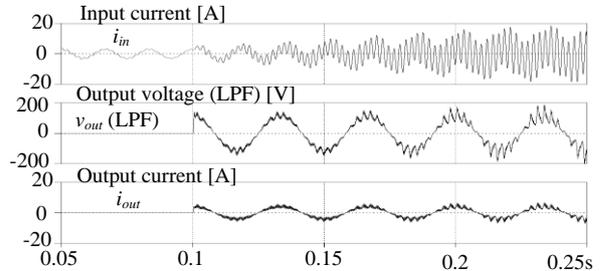
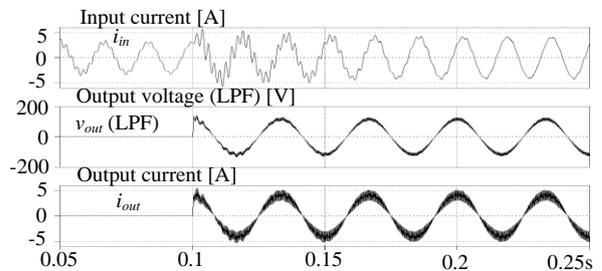


Fig. 2. The damping control block diagram.



(a) Without the damping control.



(b) With the damping control.

Fig. 3. Input and output waveforms with simulation.

## 参考文献

1. 春名, 伊東: 電学論 D, Vol.129, No.5 p.482-p489 (2009)
2. 出口, 竹下 他: JIASC (2011)