

昇圧形マトリックスコンバータの実機効率評価

小岩 一広・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

平滑コンデンサなしで交流から交流へ直接変換可能であるマトリックスコンバータ⁽¹⁾⁽²⁾(以下 MC) の出力電圧範囲は入力電圧の 0.866 倍に制限される。本論文では、MC に V 結線の交流チョッパを挿入することで昇圧を可能とする昇圧形 MC を提案する。著者らはこれまでに、損失シミュレーションにより昇圧形 MC の効率評価を行った。ここでは、1kW の実機を製作し、実験により効率評価を行ったので報告する。

2. 回路構成

図 1 に提案する昇圧形 MC の回路図を示す。本回路は、MC の入力側に V 結線のチョッパを挿入し、昇圧する。ここで MC の制御法は仮想 AC/DC/AC 制御⁽¹⁾を用いる。回路の入出力電圧関係は以下ようになる。

$$v_{out} = \beta_{chop} \times \lambda_{mc} v_{in} \quad (1)$$

ここで λ_{mc} は MC の変調率 ($0 < \lambda_{mc} < 0.866$)、 β_{chop} はチョッパの昇圧比である。 v_{out} が入力電圧の 0.866 倍以下では $\beta_{chop}=1$ 、すなわち、 S_{c1} と S_{c4} を常時オンとすることで、高効率を維持し、昇圧が必要となるときのみ、チョッパを動作させる。この結果、MC の出力電圧を広範囲に高効率で制御できる。

3. 実験結果

図 2 に入力電圧 200V、出力電圧 200V、負荷を 1.1kW とした場合の実験波形を示す。入力電流の総合ひずみ率は 10.4%であった。入力電流波形がひずむ理由は効率を考慮してダンピング抵抗を挿入していないためである。また、入力力率は 0.990 に制御できている。これにより力率改善可能な MC の利点を損なわずに電圧利用率を改善した。また、このときの効率は 92.6%と高い効率が得られた。なお、出力電圧 170V(変調率 0.85)では効率は 93.6%とさらに高い効率が得られることを確認している。

図 3 に 200V 出力時の各部で発生する損失の割合を示す。MC 単体の効率は 95.1%と従来の PWM 整流器-インバータに比べ、非常に高い効率が得られている。なお、本実機で使用した双方向スイッチは 2 つの IGBT を逆直列に接続した構成であるため、還流ダイオード(FWD)での損失が効率悪化の原因となる。よって、逆阻止 IGBT を使用することで、FWD 分の損失がなくなるため、システム全体で 2% ~ 3%の効率改善が見込め、95%程度の

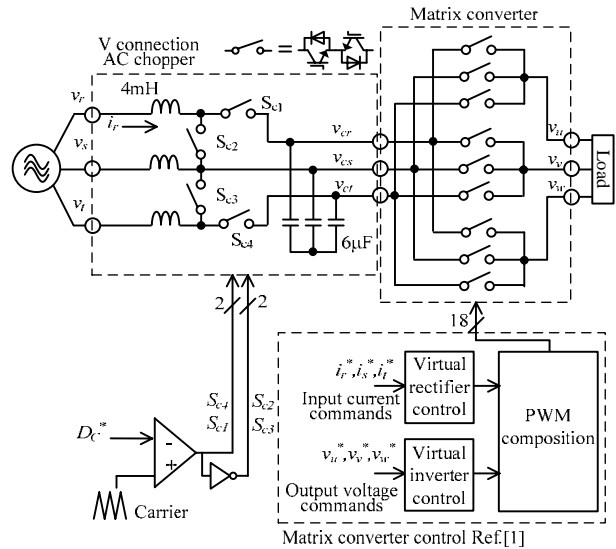


Fig.1. System configuration of a boost-up matrix converter.

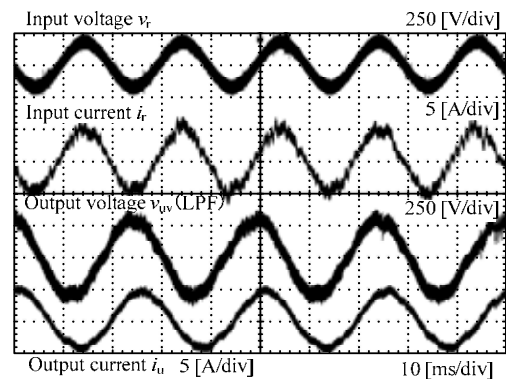


Fig.2. Operation waveforms with experimental.

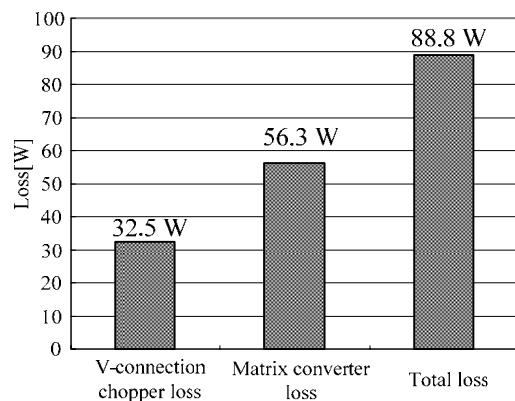


Fig.3. Loss analysis at 200-V output. 効率が期待できる。

参考文献

- (1) 伊東他, 電学論D, 124巻5号, P457, 2004
- (2) Pawel Szczesniak et al, EPE-PEMC 2008, P165