

# マトリクスコンバータの制御を応用した UPS 向け 3 レベル AC/DC/AC コンバータの効率改善法

◎辻 弘兵, 日下 佳祐, 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

## 1. はじめに

近年, サーバ電源等にて起用する常時インバータ給電方式の無停電電源装置の需要が増加している<sup>(1)</sup>。しかし, 常時インバータ給電方式では系統正常時においてもパルス幅変調(以下, PWM)により定常損失が発生する。そこで著者らは常時 PWM 駆動をしない電力変換方式を提案し定常損失の低減を確認した<sup>(2)</sup>。一方, 負荷力率低下時には波形ひずみ低減のため PWM 駆動が必要となり, 定常損失が増加する。本論文では低負荷力率における効率改善法を提案したため報告する。

## 2. 提案法

図 1 に提案回路を示す。提案回路は Vienna 整流器と T-type インバータで構成される。負荷力率低下時において, 従来法ではマトリクスコンバータの制御を各変換器に適用し入出力波形ひずみの増加を抑制する<sup>(3)</sup>。この手法は負荷力率にかかわらず, 入力力率を 1 に制御できるが, 入出力波形を常時 PWM 駆動により制御するためスイッチング損失が増加する問題がある。そこで提案法では負荷力率低下時におけるスイッチング損失低減のために Vienna 整流器のスイッチングパターンを電源同期スイッチングに変更する。

図 2 に提案法における Vienna 整流器の等価回路を示す。提案法では Vienna 整流器は V 結線チョップ回路として動作させる。系統電圧の大中小関係が変化する 60° 毎に中間電圧相の電流経路を切り替えることで Vienna 整流器は V 結線チョップと等価になる。ここでは Vienna 整流器の制御はオープンループで行う。マトリクスコンバータの最大電圧利用率は 0.866 であるため CVCF 動作を達成するために Vienna 整流器は昇圧動作が必要となる。昇圧動作は PWM 駆動となるが, いずれか一相を常時ターンオンすることが可能であるため, 3 レベルのユニポーラ変調やマトリクスコンバータの制御よりもスイッチング回数が低減される。結果として, 従来法に比べスイッチング損失の低減が可能である。

## 3. シミュレーション結果

図 3 に従来法と提案法におけるスイッチング損失の比較結果とシミュレーション条件を示す。提案法は Vienna 整流器の双方向スイッチのいずれか一相を常時ターンオンするため常時 PWM 駆動する従来法よりもスイッチング損失が低減される。本シミュレーションではスイッチング損失を約 1/2 に低減できることを確認した。

図 4(a), (b)にそれぞれ負荷力率 0.70 における提案法と従来法のシミュレーション結果を示す。提案法は入力電圧の大中小関係変化時に電流経路を変更するため 60° 毎に若干波形ひずみが生じる。

図 5 に各負荷力率における入力電流波形ひずみ特性を示す。同図から提案法は従来法であるマトリクスコンバータの制御法に比べ入力電流ひずみ率が全体的に増加する。しかし, 提案法は負荷力率 0.70 においても系統連系規定である THD5%以下に波形ひずみを抑制できることを確認できる。今後は実験により動作を確認する予定である。

## 参考文献

1. 伊東 他:JIASC2009, 1 号, pp. 123-128 (2009)
2. 米田, 伊東:電気学会全国大会, No.64, pp. 106-107 (2016)
3. 辻, 日下, 伊東:SPC, SPC17-135, pp. 23-28 (2017)

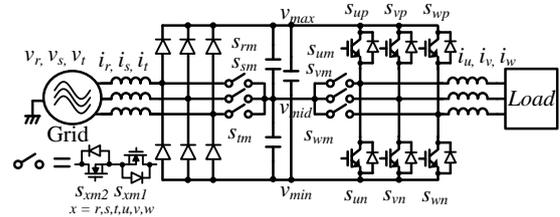


Fig.1. Proposed AC/DC/AC converter for UPS.

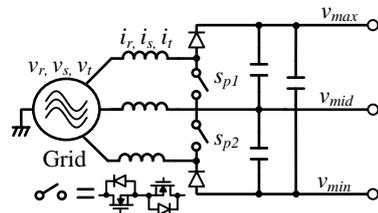


Fig.2. Equivalent circuit of Vienna rectifier in proposed circuit.

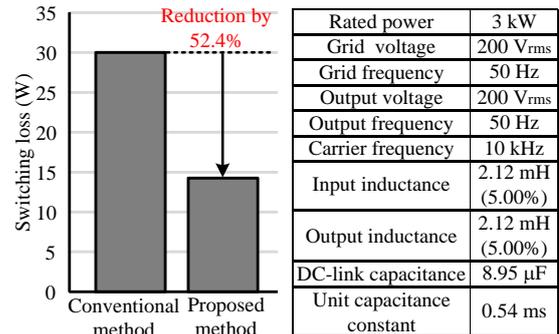
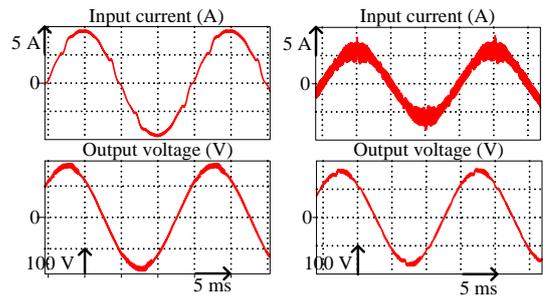


Fig.3. Comparison of switching loss at load power factor 0.70 and simulation conditions.



(a) Proposed method. (b) Conventional method.

Fig.4. Waveforms at load power factor 0.70.

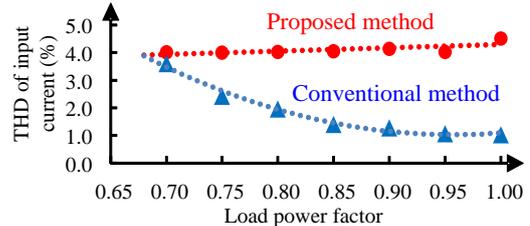


Fig.5. Input current THD characteristic respect to load power factor.