

T-type NPC 応用 3 レグ方式単相無停電電源装置の フィルタリアクトルの小型化検討

安田 雅芳・芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年、電気機器を停電から保護する無停電電源装置 (UPS) の小型・高効率化が望まれている。現在、高効率化に着目した 3 レグの主回路を用いたパワーマルチプロセッシング方式の UPS が提案されている^[1]。しかし、入出力リアクトルが大きいという課題を残している。そこで本研究では中間レグのみをマルチレベル化することによる入出力リアクトルの小型化の影響を検討する。本稿ではシミュレーションを行い、入力リアクトルの体積が 44.0 % 低減することを確認できたので報告する。

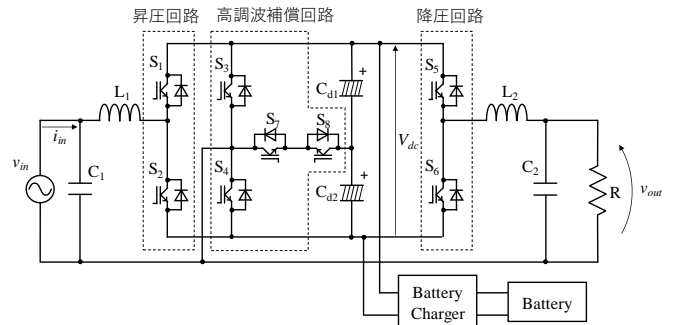


Fig.1 Main circuit configuration.

2. 提案回路

Fig.1 に提案する回路を示す。3 レグはそれぞれ昇圧回路、高調波補償回路、降圧回路の役割を持っている。電源正常時、両サイドのレグで電圧制御を行い、中間レグでは電流制御を行なう。停電時は入力レグを開放することにより、主回路を電源から遮断し、中間レグと出力レグをインバータ動作させる。3 レグのうち中間レグを T-type NPC とし PWM 波形をマルチレベル化している。マルチレベル化することにより、電源通常時に入力リアクトルが、停電時出力リアクトルがそれぞれ小型化可能である。

常時インバータ方式ではすべての入力電力を AC/DC, DC/AC 変換する。この場合、入出力リアクトルを小型化するには、整流器・インバータ両方の回路にマルチレベル化を施す必要がある。一方、提案法では中間レグで波形を生成し、入力レグで昇圧、出力レグで降圧動作を行い、電力の過不足分を制御している。そのため、波形を生成する中間レグをマルチレベル化することによって、入力電流・出力電圧波形が改善され、入出力リアクトルの小型化につながる。

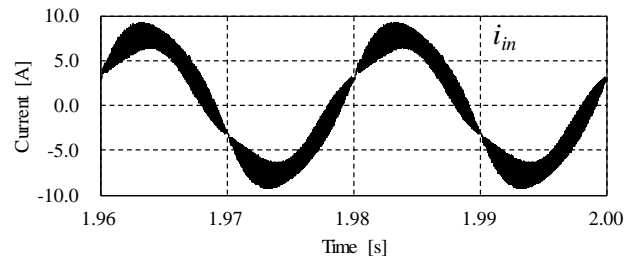


Fig.2 Input current waveform (conventional)
[$L_1 = 0.5 \text{ mH}$]

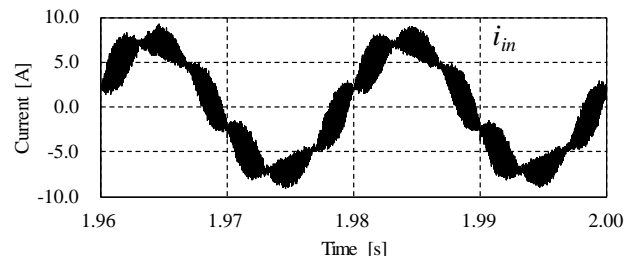


Fig.3 Input current waveform (proposed)
[$L_1 = 0.2 \text{ mH}$]

3. シミュレーション結果

Fig.2 に従来法による入力電流波形 i_{in} を、Fig.3 に入力リアクトル L_1 を 0.2 mH にした場合の提案法の入力電流波形を示す。負荷は 20 Ω の抵抗である。Fig.2, Fig.3 より提案法では入力リアクタンス L_1 を減少させても入力電流リップルが従来法と同程度であることを読み取れる。

続いて、エリアプロダクト法を用いて体積比較を行なう。従来法 (Fig.2) の最大電流 I_{max} は 9.23 A, 提案法 (Fig.3) の最大電流 I_{max}' は 9.19 A である。リアクトル体積比較の計算は Eq.(1) を用いる。

$$\text{Reduction rate [\%]} = \left(1 - \frac{(L_1' I_{max}')^3}{(L_1 I_{max})^3} \right) \times 100 \quad (1)$$

ただし、 L_1 は従来法の数値、 L_1' は提案法の数値を用いる。Eq.(1) に代入計算すると 44.0 % であった。

以上より、提案回路では入力電流波形が改善され、入力リアクトル L_1 の体積が 44.0 % 低減することが分かった。

4. おわりに

本稿では文献^[1]の回路の中間レグを T-type NPC にした回路を提案した。シミュレーションの結果、入力電流波形は改善され、入力リアクトル値の低減、ならびにリアクトル体積を 44.0 % 低減できることを確認した。

今後は実機実験を行い、効率の評価・リアクトルの小型化について検討する。

文 献

[1] 伊東洋一, 他:「単相無停電電源装置における新しい電力変換方式」電気学会論文誌 D, Vol.122, No.2, pp169-175 (2002)