

昇圧形アクティブバッファのバッファインダクタンスに関する一考察

◎渡辺 大貴, 小岩 一広, 伊東淳一 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

著者らは太陽光発電用のパワーコンディショナの小型化, 長寿命化達成のため, 小容量キャパシタを用いて単相の電力脈動を補償可能な昇圧形アクティブバッファを提案した⁽¹⁾⁽²⁾。しかし, 昇圧形アクティブバッファのバッファリアクトル電流は電源周波数の2倍で脈動するため, 電流最大値が増加し, インダクタンス値が増加する。

本論文では, キャリア周波数と電流リプル率からインダクタンス値を試算した。また実験において提案回路の動作を確認し, 電流リプル率に関して理論値と比較した。その結果, キャリア周波数 64kHz 時においてインダクタンス値を 7.5mH から 2.7mH まで低減できることを確認した。また, 実験より電流リプル率が設計値以下となり, 良好な結果を確認したので報告する。

2. 提案システム構成, 制御方式

図1に提案回路のシステムブロック図を示す。提案回路は負荷電力とバッファキャパシタ電圧から単相電力脈動補償指令を生成し, PI制御(ACR)の電流指令値に加算することで単相電力脈動補償を実現する。

(1)式にバッファリアクトル電流の理論式を示す。(1)式より, バッファリアクトル電流は電源周波数の2倍周波数で脈動する。

$$I_L^* = \frac{V_{out} I_{out}}{V_C} \cos(2\omega t) + I_{IN} \dots \dots \dots (1)$$

(2)式にバッファリアクトルのインダクタンスの理論式を示す。(2)式より, インダクタンス値はキャリア周波数に反比例する。よって, キャリア周波数を増加することでインダクタンス値を低減できる。

$$L = \frac{V_{in}}{\Delta I_L f_{sw}} \frac{V_{out} - V_{in}}{V_{out}} \dots \dots \dots (2)$$

3. 実験結果

図2にインダクタンス値の試算結果を示す。バッファリアクトル電流最大時のリプルが最も大きいと仮定し, このときの電流リプル率を30%として試算した。図2より, キャリア周波数を増加させることでバッファリアクトルのインダクタンス値はキャリア周波数 64kHz 時 2.7mH まで低減可能であることを確認した。

図3に入力電圧 200V, 負荷電力 200W, バッファキャパシタ容量 50μF, キャリア周波数 64kHz 時の実験結果を示す。図3より, 提案回路によって入力電流の脈動を97%低減できていることを確認した。

図4にリアクトル電流ピーク値における電流リプル率を示す。図4より, 電流リプルが設計値付近となったことから, 設計の妥当性を確認した。理論値よりも電流リプルを低減できた理由として, 今回用いたリアクトルのインダクタンス値が設計値よりも若干大きいためである。今後の予定として, 損失解析を行い, スイッチング損失と銅損の関係性を明らかにする。

参考文献

1. 渡辺大貴, 小岩一広, 伊東淳一:平成 24 年度電気関係学会北陸支部連合大会, Vol. , No. A-78, pp. (2012)
2. 渡辺大貴, 小岩一広, 伊東淳一, 大沼喜也, 宮脇慧:平成 25 年電気学会産業応用部門大会, Vol. , No. 1-26, pp. (2013)

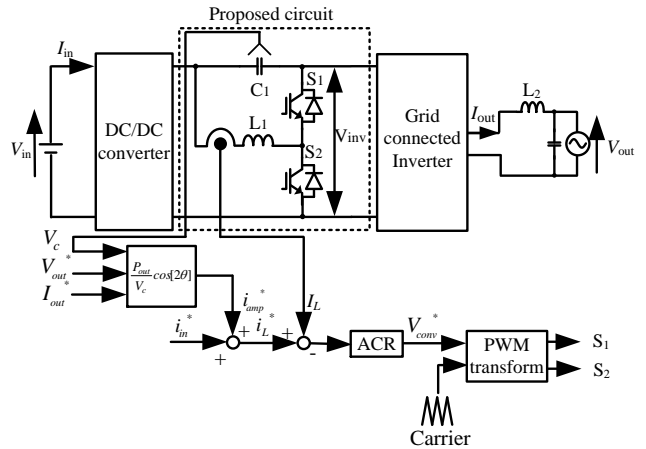


Fig.1 System block diagram of proposed circuit.

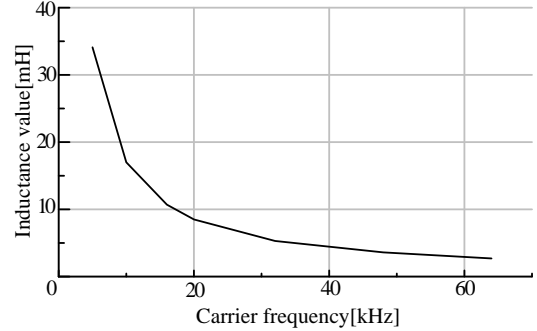
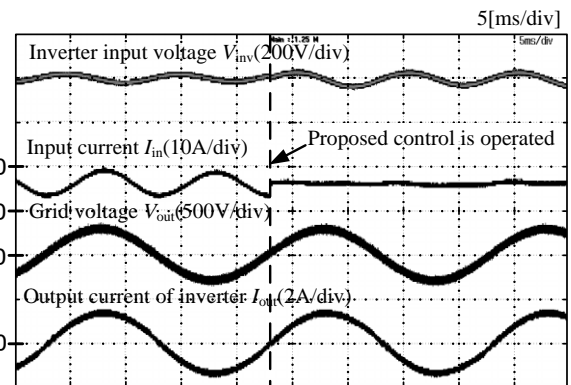


Fig.2 Relationship between buffer reactor inductance value and carrier frequency.



(a) Without proposed control (b) With proposed control

Fig.3 Experimental results.

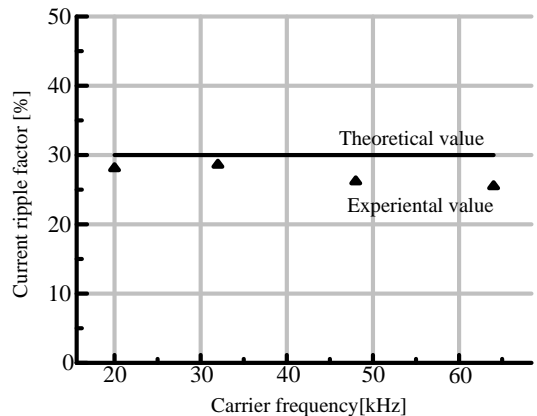


Fig.4 Buffer reactor current ripple factor.