

パワーデカップリング制御を用いた
系統連系インバータの低入力電流リップル化に関する検討

佐藤 俊介・芳賀 仁（長岡技術科学大学）

1. はじめに

近年、太陽光発電インバータの小型化や長寿命化を目的に電解コンデンサを用いない構成が検討されている。しかし、直流リンク電圧及び入力電流に系統周波数の 2 倍の脈動が発生し、PV パネルの MPPT 動作が妨げられ、省エネルギー性が損なわれる。本稿では、パワーデカップリングによる脈動補償を系統連系インバータに適用した際の入力電流への影響をシミュレーションで検討したので報告する。

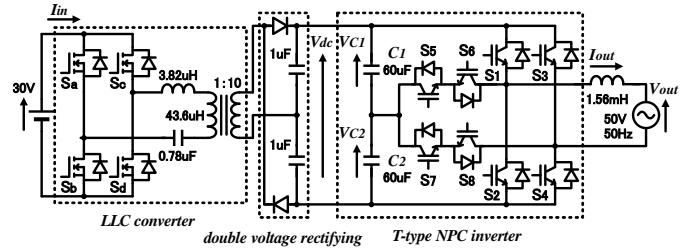


Fig.1 Main circuit configuration

2. 提案システムと電力脈動の補償原理

Fig.1 に提案する回路構成を示す。LLC コンバータと倍電圧整流回路で昇圧を行い、インバータを通して交流電源に回生させる構成となっている。本稿では、脈動補償として T-type NPC インバータを用いた手法^{[1][2]}を利用している。Fig.2 にその制御ブロック図を示す。出力電圧と出力電流が正弦波かつ力率 1 のとき、出力瞬時電力は Eq.(1)で表せる。

$$P_{out}(t) = V_{out} I_{out} (1 - \cos 2\omega t) \quad (1)$$

ここで、 V_{out} と I_{out} はそれぞれ交流電源の電圧実効値と電流実効値、 ω は角周波数である。Eq.(1)の第 2 項より、瞬時電力が交流電源の 2 倍の周波数で脈動することがわかる。これを踏まえ、補償コンデンサ C_1 , C_2 の電圧 V_{C1} , V_{C2} を Eq.(2), Eq.(3) のように制御し、脈動補償を行う。

$$\begin{cases} V_{C1}(t) = V_{dc} / 2 + V_C \sin(1 - \cos 2\omega t) \\ V_{C2}(t) = V_{dc} / 2 - V_C \sin(1 - \cos 2\omega t) \end{cases} \quad (2)$$

$$V_C = \sqrt{\frac{V_{out} I_{out}}{\omega C}} \quad (3)$$

ここで、 V_{dc} は直流リンク部の電圧、 C は補償コンデンサの容量である。また、LLC コンバータの制御には位相シフト方式を用いる。Fig.3 にその制御ブロック図を示す。

3. シミュレーション結果

Fig.4(a),(b)にそれぞれ、脈動補償を行わない場合と行った場合のシミュレーション結果を示す。Fig.4(a)では V_{dc} に 22.5%, I_{in} に 3.50% の脈動が生じているが、Fig.4(b)では V_{dc} は 10.0%, I_{in} は 2.75% まで脈動が抑制されている。

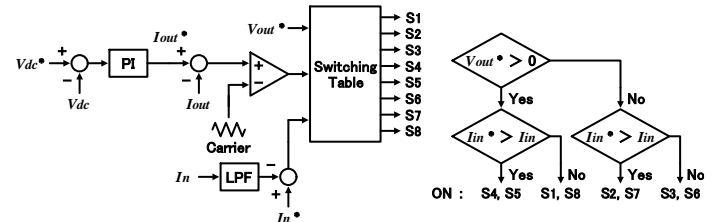


Fig.2 Control block diagram of the inverter

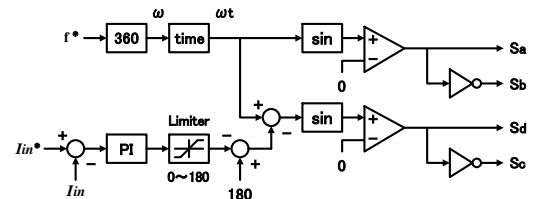
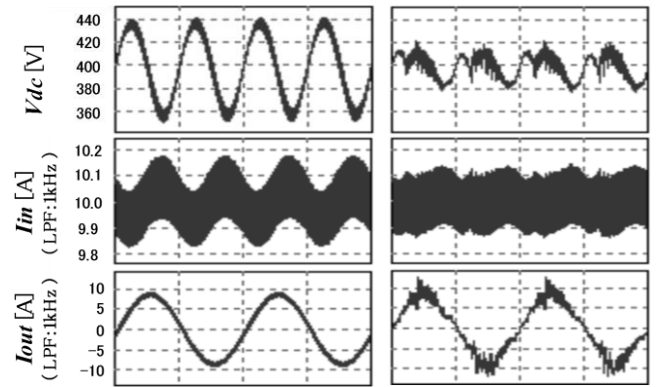


Fig.3 Control block diagram of the LLC converter



(a) without compensated (b) with compensated
Fig.4 Simulation result.

4. まとめ

本稿では、T-type NPC インバータによる電力脈動補償をシミュレーションで検討した。その結果、脈動補償を行わない場合と比べ、直流リンク部電圧及び入力電流の脈動を低減できることが確認できた。

今後は、各部の波形改善や動作範囲の拡大について検討を行う。

文 献

[1] 阿部充康, 芳賀仁, 近藤正示: 「中性点電位制御による NPC 型単相整流器のパワーデカップリング法」, 電気学会論文誌 D, Vol. 136, No. 12, pp. 937-943 (2016)
[2] 片山翔太, 芳賀仁: 「T-type NPC インバータを用いたパワーデカップリング制御法の実機検証」, 北陸支部連合大会, A3-31 (2016)