

アクティブパワーデカップリングを用いた 電解コンデンサレス UPS のバックアップ動作の検討

◎安田 雅芳, 芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年、電源装置の小型、低メンテナンス化の要求が強くなり、電力変換器から大容量電解コンデンサを取り除くための研究が行われている。無停電電源装置 (UPS) においても小型、低メンテナンス化の観点から電解コンデンサレス化は重要であり研究が進められている。UPS の電解コンデンサレス化に対する懸念として、停電発生時の出力電圧の歪みが考えられる。本稿では、停電検出方法の違いによる出力電圧への影響を考察する。シミュレーションにより検証したので報告する。

2. 回路構成とバックアップ動作

図 1 に回路構成を示す。電解コンデンサレス UPS は PWM 整流器・インバータ・アクティブバッファで構成されており、直流中間電圧部にバッテリーと充電器を並列接続している。出力負荷は 400W である。停電検出後は充電器より電力を供給することにより、負荷に無瞬断で電力を供給することを目的としている。

図 2 に PLL を用いた従来停電検出ブロックを、図 3 に微分器を用いた新たな停電検出ブロックを示す。±th は検出しきい値であり共には ±50 としている。この数値を下げるまたは上げると、検出感度が上がり検出速度が上昇するが、誤検出も起きてしまう。従来の停電検出では PLL の絶対値と入力電圧の絶対値の差分を取ることで、停電を検出している。しかし、この手法では PLL や LPF による遅延が発生し、バックアップ動作切り替え時に出力電圧がひずむ。一方、図 3 では(1)式の関係を用いて停電を検出する。

$$1 = \sqrt{\sin^2 \theta + \cos^2 \theta} \quad (1)$$

LPF, PLL を用いないため、遅延を最小限にとどめることができ、結果的にシステムの無瞬断、出力電圧への影響を最小限に抑えることができる。

3. シミュレーション

図 4(a)に PLL を用いた停電検出器でのシミュレーション結果を、図 4(b)に微分器を用いたシミュレーション結果を示す。両方 1.0 秒で停電を発生させている。図 4(a)ではバックアップ動作切り替え時にバックアップが間に合わず、出力電圧 (v_{out}) にひずみが生じている。一方、図 4(b)では切り替え時に直流中間電圧 (V_{dc}) やバッファキャパシタ電圧 (V_{buf}) にひずみが生じているが、 v_{out} には生じていない。UPS では出力電圧が途切れず供給できていることが重要であるため、図 4(b)の結果より、バックアップ切り替え動作が改善したといえる。

4. まとめ

本稿では、電解コンデンサレス単相 UPS における停電検出方法の検討を行い、シミュレーションにより、微分器を用いた停電検出を用いることで、バックアップ動作切り替え時に出力電圧への影響を最小限に抑えることを確認した。

参考文献

- [1] 安田, 芳賀: 「パワーデカップリングを用いた単相 UPS の電解コンデンサレス化の検討」, 電気学会全国大会, pp.94-95 (2019)
- [2] 堤, 近藤: 「単相配電系統における高速電圧振幅検出を用いた瞬停検出法」, 電気学会産業応用部門大会, pp.261-264 (2004)

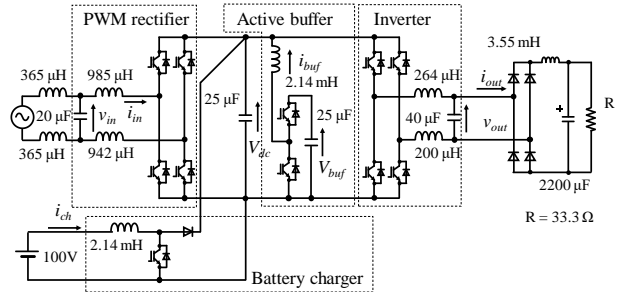


図 1 回路構成

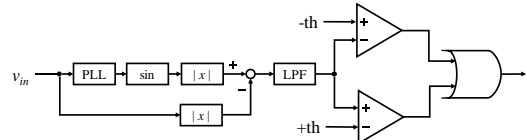


図 2 PLL を用いた停電検出法

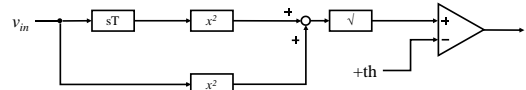
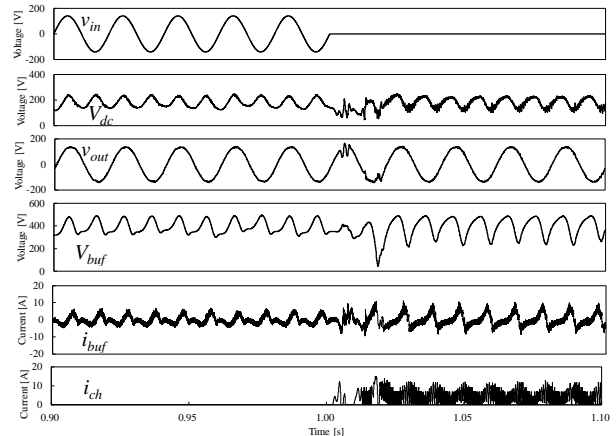
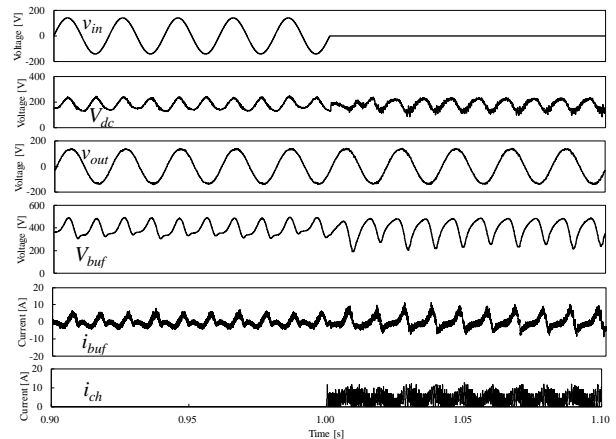


図 3 微分器に基づく停電検出法



(a) PLL を用いた停電検出器による動作



(b) 微分を用いた停電検出器による動作

図 4 シミュレーション結果