

スミス法による無駄時間補償を付加した フライホイール電力平準化システムの実験検証

◎田中 賢太, 伊東 淳一, 松尾 宗哉, 山田 昇 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年, 新エネルギー導入に向けてエネルギー貯蔵装置の研究が進められている。エネルギー貯蔵装置として, 鉛バッテリー, 電気二重層キャパシタ, フライホイール(以下FW)が現在有力であるが, 著者らは耐環境性とメンテナンス性に着目し FW をエネルギーキャッシュシステムへ適用することを検討している。本論文では, 汎用品を組み合わせた低コストなFWシステムを試作し, 電力平準化制御を行い有効性を確認したので報告する。

2. 実験システムの構成, 制御方式

図1に試作FWシステムの構成を示す。本システムでは, FWの駆動に誘導機を採用し, 汎用インバータとPICマイコンにより電力制御を行う。また, FWの電力検出はパワーメータを用いる。このような構成とすることで, 高性能な電流センサやインバータの専用設計が不要となり低コストなシステムを実現できる。

図2に制御ブロックを示す。本システムでは電力検出に400msの無駄時間が発生するため, スミス法による無駄時間補償器を適用し, 無駄時間の影響を除去する⁽¹⁾。(1)式に任意の電力指令値 P^* に対するFWの回転数指令値 ω^* を示す。これより, FWの回転数制御により回生電力の制御が可能である⁽²⁾。

$$\omega^* = \frac{1}{J} \int \frac{P^*}{\omega} dt \dots\dots\dots (1)$$

3. 実験結果

図3に電力平準化の実験結果を示す。電力変動は実際の太陽光発電の電力変動パターンを降圧チョッパにより模擬する。また, 変動電力をハイパスフィルタに通すことにより変動成分を抽出し, (1)式の電力指令値 P^* としている。実験結果より, 平準化制御を適用することにより電力変動が抑制されていることが分かる。

図4にFFT解析結果を示す。これより, 電力変動は0.005Hz~0.01Hz付近で大きな成分を持っているが, 平準化補償後は変動成分が最大で84%抑制できていることが分かる。これより, 試作システムを用いた電力平準化効果の有効性を確認した。

4. まとめ

本研究では, 汎用品を組み合わせて構成した低コストなFWシステムによる電力平準化制御の実機検証を行った。実験結果より, 電力平準化制御を適用することにより電力変動を最大で84%抑制でき, 試作FWシステムの有効性が確認できた。

参考文献

1. 田中賢太, 伊東淳一, 松尾宗哉, 山田昇: 「スミス法による無駄時間補償を付加したフライホイール電力平準化装置の回生電力制御法」, 平成24年電気学会産業応用部門大会, No. 1-58(2012)
2. 田中賢太, 大沼喜也, 伊東淳一: 「エネルギーキャッシュ向けフライホイールの回生電力制御」, 北陸支部連合大会, No. A61(2011)

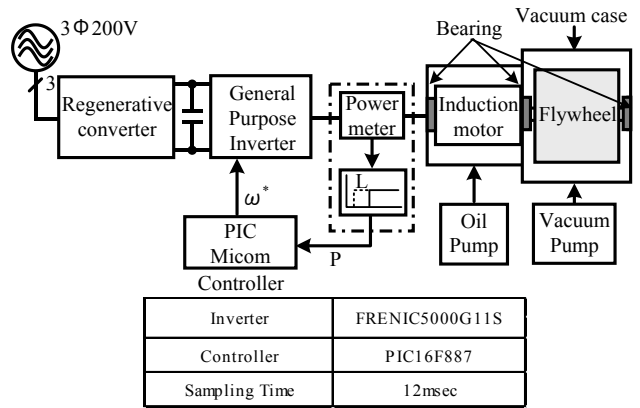


Fig. 1. Configuration of the Flywheel system.

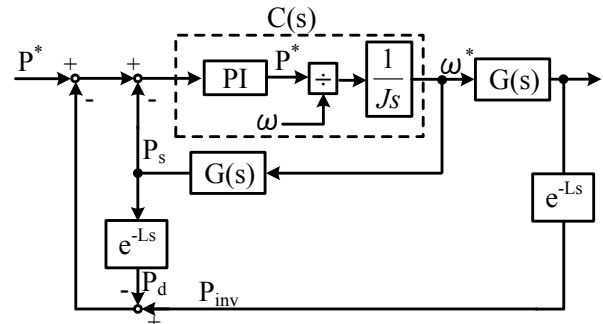


Fig. 2. Block diagram of the smith compensation method.

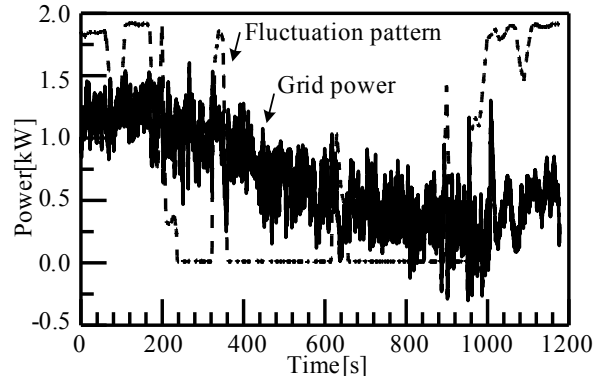


Fig. 3. Experimental result.

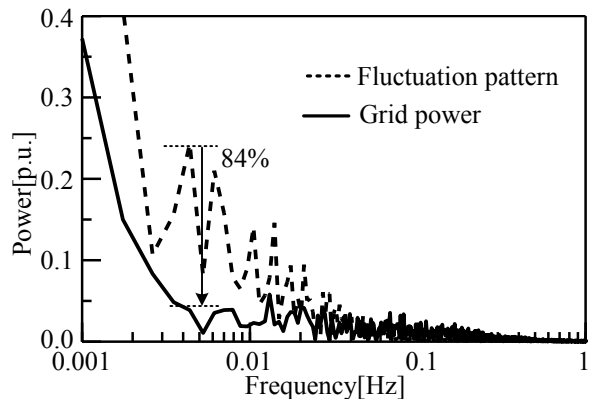


Fig. 4. FFT analysis.