

PV モジュールから放射されるノイズ抑制用の アクティブフィルタの検討

A Study of Active Filter for Suppression Noise Emitted from PV Module

近藤 榛樹¹⁾
指導教員 米盛 弘信¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 産業応用研究室

キーワード: PV モジュール, ノイズ, アクティブフィルタ, MPPT

1. はじめに

近年、太陽光発電システムは企業から一般家庭まで広く普及している。しかし、メガソーラーなどの大規模な太陽光発電設備からノイズが発生し、アマチュア無線帯や AM ラジオ帯に電波障害を引き起こしていると報告が挙がっている[1]。そこで、その高調波を抑制するために高調波ノイズの発生源である最大電力追従装置(以下: MPPT)に単相並列型アクティブフィルタ(以下: AF)の導入を検討した。

本稿では、AF の有無が歪みに与える影響を示し、AF に用いる制御系を検討した。

2. 提案手法

PV モジュールから放射されるノイズの原因は MPPT のスイッチング動作によって発生した高調波であると考えられている[2]。そこで、本研究は放射ノイズを抑制することを目的とし、その一提案として、AF を MPPT に導入することを検討した。図 1 に AF を導入した太陽光発電システムを示す。AF の構成は、フルブリッジインバータ、連系リアクトル L_{AF} 、並びに制御系とした。本システムの制御系は、高調波電流及び負荷電流を検出し、逆相の高調波電流(補償電流: i_{af})を発生させるものである。発生させた i_{af} を太陽光発電システムへ戻すことにより、歪んだ電流波形の高調波成分を打ち消すことが可能となる。また、電流指令値を演算し、補償電流 i_{af} が指令値を追従するようにフルブリッジインバータを制御する。

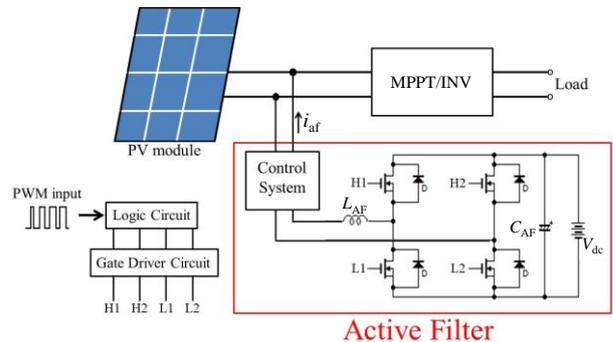


図 1 提案システム

3. AF のノイズ抑制効果

先行研究では、回路シミュレータである LTspice により、図 2 に示す回路の動作確認を行った。LTspice では制御プログラムを組み込むことができなかったため、制御系のない単相並列型 AF の設計を行った。そして、模擬 PV モジュールに導入し、どの程度ノイズ低減することができるかを明らかにした[3]。

フルブリッジインバータへの入力信号は正弦波 PWM を用いた。論理回路により正弦波 PWM を H1,H2,L1,L2 の 4 つに分離させ、各スイッチング素子に出力した。

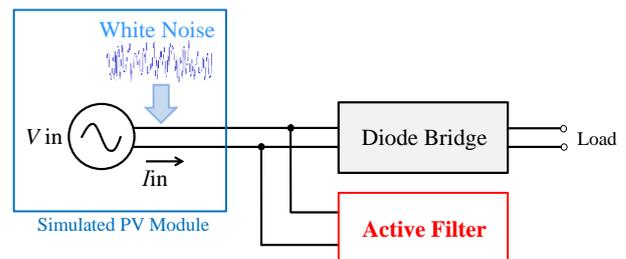


図 2 実験ブロック図

また、上下アームの MOS-FET が同時に ON 状態 (アーム短絡)にならないようにデッドタイム:0.1msec を生成した。図 3 は図 2 の動作結果である。評価指標として THD(Total Harmonic Distortion)の導出を行った。スイッチング周波数を 1kHz としたとき、導入前の THD は約 26.6%、導入後は約 17.6%となり、約 9%低減することができた。

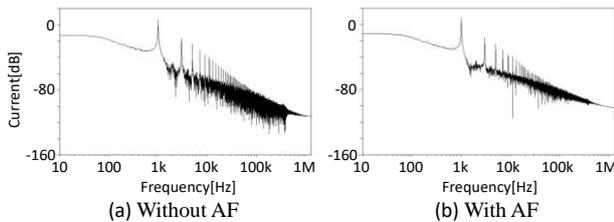


図 3 AF によるノイズ抑制効果

4. 制御系の検討

制御系の検討として、従来のシングルレート制御系では、不安定零点等の影響により誤差なく追従することはできない^[4]。したがって、本研究ではマルチレートフィードバック制御系を用いて、完全追従制御(PTC: Perfect Tracking Control)法を AF に導入することを検討している。図 4 はマルチレート PWM の概要図である。制御周期 T_c の中心に PWM を配置し、マルチレートホールダを用いて、指令値の 1 サンプル周期 T_s の間に制御入力を n 回切り替え、マルチレート化する。

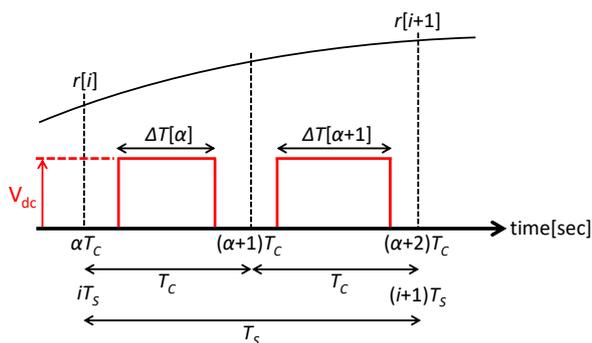


図 4 マルチレート PWM

しかし、マルチレートフィードバック制御のデメリットとして、ノミナルモデルを正確に設計すると外乱やパラメータ値の誤差などで不確かになりやすく、ロバスト安定性が不安定になることが

ある。逆におおまかに設計すると、完全追従することができない。よってトレードオフの関係がある。したがって、これらの要素のバランスをとりながら、実機へプログラムを実装する必要がある。

5. まとめ

本稿では、AF を MPPT に導入し、スイッチング時の高調波ノイズを抑制する一策を提案した。図 1 の提案システムは、先行研究の実験結果より MPPT のスイッチング動作に起因する高調波ノイズを抑制することが可能であると考えられる。また、マルチレートフィードバック制御の概要、本研究における制御系の手法・注意点などを示した。

6. 今後の展望

マルチレートフィードバック制御系のプログラム及び MPPT の製作を行い、図 1 の提案システムで、PV モジュールの放射ノイズ抑制が可能であるか検討する。

参考文献

- [1] 大橋矩美子:「太陽光発電はアマチュア無線にどれほど影響があるのか」, 株式会社オルテナジー (2016)
- [2] 西原貴之, 米盛弘信:「MPPT のスイッチング周波数が PV モジュールから放射されるノイズに与える影響」, 2017 年(第 35 回)電気設備学会全国大会講演論文集, pp.450-451(2017)
- [3] 近藤榛樹, 米盛弘信:「PV モジュールから放射されるノイズの抑制のためのアクティブフィルタの検討」, 2019 年(第 37 回)電気設備学会全国大会講演論文集, p.561(2019)
- [4] 荻野大介, 藤本博志, 近藤正示:「単相インバータのマルチレート 2 自由度デッドビート制御」 IEEJ Tran.IA, Vol.125, No.7, pp.751-757(2005)

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP18K04117 の助成を受けたものである。