

MPPT 機能付き DC-DC コンバータから発生するノイズの抑制用アクティブフィルタに関する研究

A Study on the Active Filter for Suppressing Noise Occurred from DC-DC Converter with MPPT Function

近藤榛樹¹⁾

指導教員 米盛弘信²⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 産業応用研究室

2) 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. 緒言

昨今、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、本研究室はノイズの発生原因を最大電力追従装置機能付きの DC-DC コンバータ(以下: MPPT)のスイッチング動作に起因するものと考えた^[2]。そのノイズである高調波を抑制するため、発生源である MPPT にアクティブフィルタ(以下: AF)の導入を検討した^[3]。提案したシステムを図 1 に示す。

本稿では、シミュレーション上で模擬 PV モジュールを構築し、AF の有無がノイズに与える影響を示す。

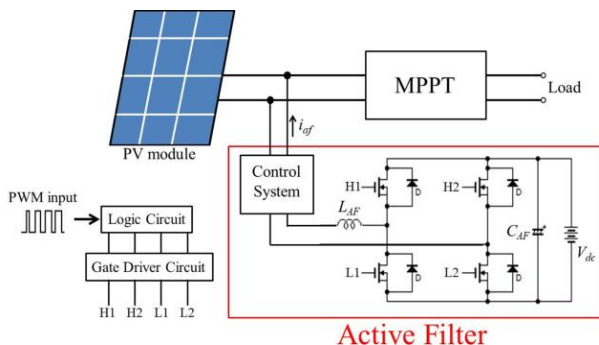


図 1 提案システム

2. AF によるノイズ抑制の評価

図 2 に実験構成図を示す。本評価では、回路シミュレータである LTspice で AF を設計し、模擬 PV モジュールに導入した。模擬 PV モジュールは、スイッチングによって歪む発電状態を表現するため、交流電源にホワイトノイズを重畳したものとした。また、電流波形を歪ませるために、パワーコンディショナをダイオードブリッジと置き換えた。評価指標として全高調波歪み(以下: THD=Total Harmonic Distortion)を算出し、AF の有無が与える影響を明らかにする。そして、AF のノイズ抑制効果の有効性を確認する。AF の構成の一部である PWM フルブリッジインバータの入力信号は LTspice に制御系を導入できないため、非同期正弦波 PWM とした。また、インバータは上下の MOS-FET がアーム短絡しないよう設計した。

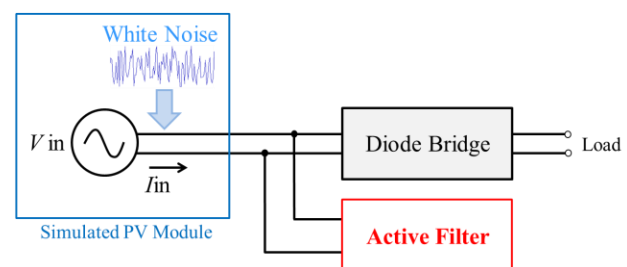


図 2 実験構成図

3. 結果

表 1 にシミュレート条件を示す。電源周波数について、100Hz~1kHz は 100Hz ステップ、1kHz~10kHz は 1kHz で可変させた。また、AF のスイッチング周波数は 1kHz とした。この時の歪んだ電源電流波形を FFT(以下：FFT=Fast Fourier Transform)し、THD を算出した。図 3 に 1kHz 時の電源電流の FFT 波形を示す。また、図 4 は縦軸を THD、横軸を周波数で表示した動作結果である。図 3 より AF の有無で 10kHz~500kHz のノイズが大きく減少していることがわかる。また、図 4 より低周波帯(100Hz~1kHz)では、AF が無い状態で 77.12%，ある状態で 12.48%と約 64.6%抑制することができた。AF が無い状態の THD は 1kHz まで下降状態にあり、1kHz~10kHz の範囲ではほとんど一定であった。

AF のない状態の THD が下降する原因は、シミュレータの性能により、低周波帯におけるホワイトノイズの周波数成分と電源周波数との差が大きくなり、歪みやすかった可能性がある。

表 1 シミュレート条件

| | |
|------------------------------|------------------------|
| Input Voltage [V_{p-p}] | 200 |
| Frequency [Hz] | 100~10×10 ³ |
| White Noise [V_{p-p}] | 5 |
| Load Resistance [Ω] | 1×10 ³ |

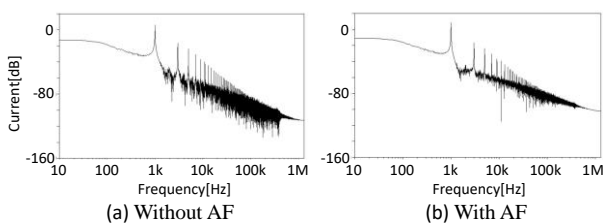


図 3 電源電流の FFT 波形

4. 結言

模擬 PV モジュールに AF を導入することで、ノイズの抑制が可能であることを確認した。また、AF の有無で THD を最大約 64.6%抑制することができた。

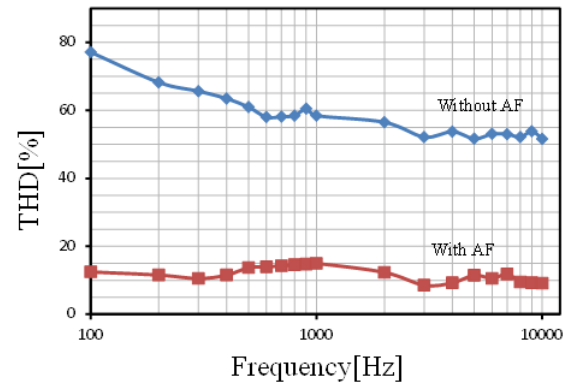


図 4 AF の有無がノイズに与える影響

5. 今後の予定

今後の予定として、実機による実験を行うために、実験回路と制御部を製作する。製作予定の回路は DC-DC コンバータの一種である降圧チョップ回路をベースとし、MPPT とフィードバック部の制御を付加する。MPPT は山登り法とし、Arduino nano で制御する。フィードバック部の制御は、ノイズによって歪んだ波形と PV モジュールの出力波形との比較を行い、その差の逆相成分をフィードバックすることにより、ノイズの抑制が可能であるか確認する。

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)

謝辞

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