

MPPT 機能付き DC-DC コンバータから発生する ノイズ抑制用アクティブフィルタに関する一検討

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

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

2) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科

キーワード: PV モジュール, ノイズ, アクティブフィルタ, MPPT, DC-DC コンバータ

1. 緒言

近年, 火力発電等により, 温室効果ガスである二酸化炭素が多く発生し, 地球温暖化への影響が懸念されている。そのため, 再生可能エネルギーが注目を集めている。中でも太陽光発電設備は騒音被害が少ないことや設置が容易である等の理由により, 企業から一般家庭まで幅広く普及している。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, アマチュア無線の一部や 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, 筆者ら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=Maximum Power Point Tracking) が追従動作するとき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, ノイズの発生源である MPPT にアクティブフィルタ (以下: AF=Active Filter) を導入する検討を行った。先行研究では, シミュレーション上で小規模な太陽光発電設備を模擬した発電システムを構築し, AF を導入した際に放射ノイズへ与える影響を明らかにした^[3]。

本稿では, 先行研究のシミュレーション結果とシミュレータで構築した発電システムを実機で再現した際における比較実験の方法, 及び結果を示す。

2. 先行研究における評価

先行研究では, 回路シミュレータの LTspice により, 太陽光発電システムを模擬した発電システム及び AF を構築し, AF を模擬システムへ導入した。図 1 に実験構成を示す。模擬システムでは, スイッチングによって歪む発電状態を表現するため, 直流電源にホワイトノイズを重畳した。また, MPPT は Duty 比 80% でスイッチングした降圧チョッパ回路を使用し, 上下の MOS-FET がアーム短絡しないよう, デッドタイムを論理回路により挿入した。AF のフィードバック部では, 論理回路を用いて, 基準波形との比較, 及び, 逆相への変換を再現した。また, 信号を重畳する箇所は大電力での使用を想定しているため, MOS-FET 式のミキサー回路を採用した。評価指標として全高調波歪み (以下: THD=Total Harmonic Distortion) を算出し, AF の有無がノイズへ与える影響を明らかにした。

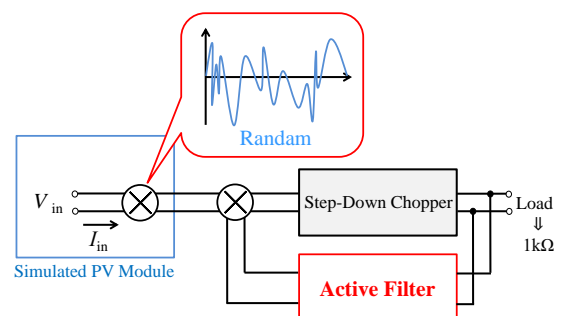


図 1 シミュレート実験構成

図 2 に先行研究の結果を示す。入力に重畳したホワイトノイズは実験毎に変化するランダム波形であるため、結果に多くばらつきが生じた。そこで 30 回シミュレーションを行い、THD の平均値を取った。その結果、太陽光発電設備を模擬した発電システムに AF を導入することで、多少条件にも左右されるが、重畳したノイズが全体的に 30%程抑制されたことがわかった。

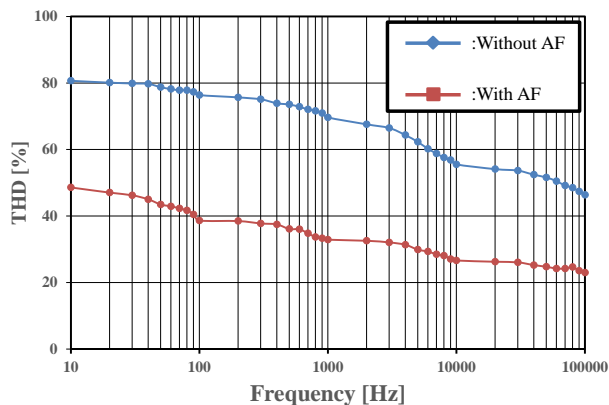


図 2 先行研究におけるシミュレーション結果

3. 実機による比較実験の方法

図 3 に実機による実験構成を示す。実験条件は先行研究と同様、ミキサー回路を使用し、直流電源にホワイトノイズを重畳したものを模擬 PV モジュールとした。重畳したホワイトノイズはオペアンプ及びトランジスタを用いたホワイトノイズジェネレータにより再現した。また、先行実験と同様に、ミキサー回路は大電力下での使用を想定しているため、MOS-FET を用いて構成した。MPPT は先行実験と比較をするため、山登り法等での最大電力追従制御をせず、Duty 比 80% でスイッチングする降圧チョップ回路とした。また、AF の有無による評価の指標は先行実験と同様、THD[%]とした。

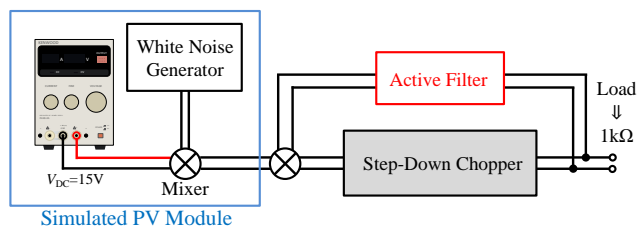


図 3 実機の実験構成

4. 実験結果

図 4 に実機による実験結果を示す。実機でも AF を模擬システムへ導入することで重畳したノイズが全体的に 20%ほど抑制可能であることがわかった。しかし、先行研究の結果と比較すると、AF によるノイズの抑制効果が 12%程低くなっているのがわかる。この原因については、今後明らかにする。

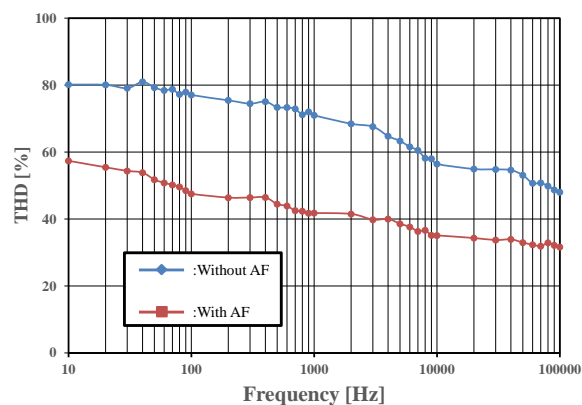


図 4 実機によるノイズ抑制結果

5. 結言

本稿では、先行研究のシミュレーション結果と実機による実験の結果、及びノイズ抑制効果を明らかにした。その結果、シミュレーション結果と比べ、実機による実験のほうがノイズの抑制効果が低いことがわかった。

今後の展望としては、実機による実験でノイズ抑制効果が少なくなった原因の解明と、MPPT への山登り法の導入、及び AF の完全追従を行い、AF によるノイズ抑制効果の可能性を検討する。

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」, 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:「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の実現に関する一検討」, 第 39 回電気設備学会全国大会講演論文集, pp.318-319(2021)