

スペクトラム拡散を用いた MPPT のスイッチング動作による PV モジュールの放射ノイズ低減に関する検討

A Study on Radiation Noise Reduction from PV Module by Switching Operation using Spread Spectrum Techniques

西原貴之¹⁾

指導教員 米盛弘信¹⁾

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

キーワード : PV モジュール, 放射ノイズ, MPPT, スペクトラム拡散

1. はじめに

昨今、太陽光発電は導入が容易であることから企業や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より他の機器に悪影響を及ぼすノイズが発生しているという報告が挙がっている^[1]。太陽光発電設備から発生するノイズは、パワーコンディショナ内のスイッチング動作が原因であることが知られている。そこで、筆者はパワーコンディショナ内に搭載されている MPPT(Maximum Power Point Tracking)機能が付加された DC-DC コンバータ(以下 MPPT)のスイッチング動作によって PV モジュールから放射されるノイズに着目している。先行研究では、PV モジュールの放射ノイズが MPPT のスイッチング周波数に起因する高調波であることを明らかにした^[2]。また、MPPT のスイッチング動作にスペクトラム拡散を導入し、PV モジュールに生じる磁界のスペクトルの低減効果を確認した^[3]。

本稿では、MPPT のスイッチング動作にスペクトラム拡散を導入した際、PV モジュールにおける近傍界の電界強度を測定し、放射ノイズの低減効果を明らかにしたので報告する。

2. スペクトラム拡散の導入

PV モジュールから放射されるノイズの対策法としてはノイズフィルタを挿入するのが一般的である。しかし、フィルタを導入する場合はコストの増加と電力損失が生じる。そこで、筆者らはスイッ

チング電源や非接触給電における放射ノイズの低減^[4]で注目されているスペクトラム拡散技術を MPPT に応用できなかと考えた。スペクトラム拡散はデジタル信号を拡散符号と呼ばれる疑似乱数信号によって、広い帯域に拡散することで特定の周波数にエネルギーを集中させない技術である。本研究では、同技術を MPPT のスイッチング動作に導入して PV モジュールから放射されるノイズの低減を検討している。

3. 実験に供した MPPT

本研究では、MPPT 機能を付加した DC-DC コンバータとして基本的な降圧チャップ回路を使用する。また、MPPT の制御アルゴリズムには、一般的に用いられる山登り法を採用した。スペクトラム拡散を導入するにあたり、拡散符号として 4 ビット符号長 15 の M 系列を使用し、スイッチング周波数を 10kHz~20.5kHz の範囲で可変した。

4. 実験方法

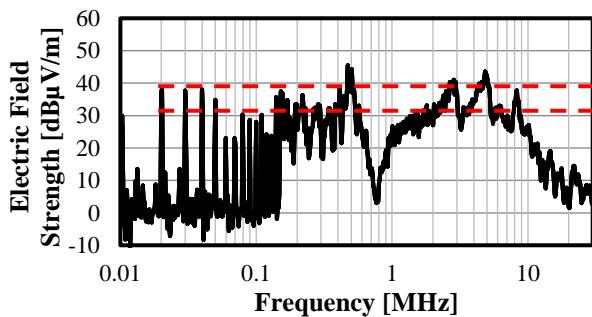
本実験では、MPPT のスイッチング動作にスペクトラム拡散を導入した際に PV モジュールから生じる近傍界の電界強度スペクトルを観測する。

製作した MPPT を PV モジュール“MS-P-15W”に接続し、負荷として巻き線抵抗を用いる。模擬太陽光はハロゲン灯“CHL-500A-1”を用いる。電界強度の測定は、実験設備の都合上、国際規格で示す条件で測定できない。本測定では、近傍界プローブ

“ANT-04”とスペクトラムアナライザ“GSP-9330”を用いて PV モジュールから生じた電界強度のスペクトルを観測する。そして、従来法と比較して提案法の効果を確認する。

5. 実験結果

図 1 は PV モジュールから生じた電界のスペクトルを示す。図 1(a)が MPPT のスイッチング周波数を固定して動作させた場合、図 1(b)が MPPT のスイッチング動作にスペクトラム拡散を導入した場合の結果である。図 1(a)より、MPPT のスイッチング周波数を固定して動作させた際にはスイッチング周波数 10kHz の高調波とスイッチングデバイスのターンオン・オフ時に発生するスイッチングノイズ(100k~10MHz)のスペクトルが確認できる。図 1(b)では、MPPT のスイッチング周波数に起因する高調波のスペクトルは拡散され、従来法のスペクトル値から最大で 52% 低減されていることが確認できる。また、スイッチングデバイスのターンオン・オフ時に発生するスイッチングノイズ(100k~10MHz)のスペクトルには大きな差異はなかった。以上より、スペクトラム拡散を導入することで MPPT のスイッチング周波数に起因する高調波のスペクトルを低減できることを確認した。また、MPPT の電力変換効率は周波数固定の場合、PV モジュールからの入力電力 10W 時に 82.6%、スペクトラム拡散を導入した場合は 81.3% と大きな差異はなかった。MPPT の電力変換効率が若干低下した要因としては、スイッチング損失の増加が考えられる。しかし、ノイズフィルタでの損失を考えれば、本方式は有効であると考える。



(a) 従来法

6. まとめ

本稿では、MPPT のスイッチング動作にスペクトラム拡散を導入した際、PV モジュールにおける近傍界の電界強度を測定し、放射ノイズの低減効果を明らかにした。結果より、MPPT のスイッチング動作にスペクトラム拡散を導入することで MPPT のスイッチング周波数に起因する高調波のスペクトルを最大で 52% 抑制することができた。

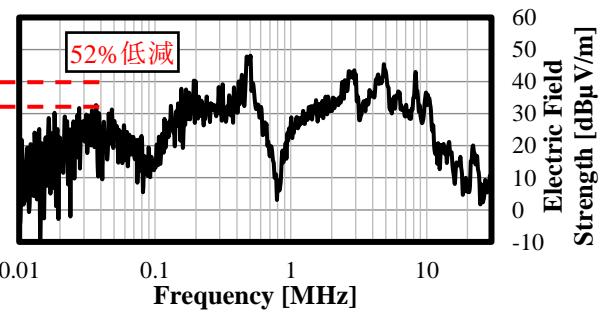
今後は、AM ラジオ帯やアマチュア無線帯へのノイズを抑制可能か検討する予定である。

参考文献

- [1] 杉下農樹：「周囲のラジオにノイズが！ 原因はパネル配線のアンテナ化」，日経テクノロジー (2014)
- [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] 西原貴之，米盛弘信：「スペクトラム拡散による PV モジュールの放射ノイズ低減に関する検討」，2019 年(第 37 回)電気設備学会全国大会講演論文集, pp.353-354(2019)
- [4] 井上拳斗，日下佳祐，伊東淳一：「ワイヤレス電力伝送システムにおけるスペクトラム拡散を用いた放射ノイズレベル低減効果の検証」，平成 29 年電気学会全国大会, Vol. 4, No. 180, pp. 315-316 (2017)

謝辞

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



(b) 提案法

図 1 PV モジュールから放射されたノイズのスペクトル