

アプリケーションノート:ソーラーエッジ固定ストリング電圧、動作概念

バージョン履歴

- バージョン 1.1(2019 年 2 月) – M シリーズパワーオプティマイザに関する注釈を追加
- バージョン 1.0(2010 年 9 月) – 初版リリース

ソーラーエッジシステムは、ストリング特性および環境条件にかかわらず、固定されたストリング電圧を維持する。本書は、ソーラーエッジ固定ストリング電圧の動作の概念およびその利点を詳述する。

動作概念

ソーラーエッジパワーオプティマイザは、モジュールレベルの DC-DC コンバータであり、入力制御ループを使用してモジュールレベルで MPPT を実行するとともに各モジュールのモニタリングを可能にする。個々のパワーオプティマイザのプロセスにより、パワーコンディショナが、ストリング長および個々のモジュール性能に関わらず、DC-AC 変換のための最適点で、固定ストリング電圧を自動的に維持することを可能にする。

ソーラーエッジシステムの動作原理は、以下の様々な条件下でのシステムの挙動の例に示されている。

このシステム例は、10 個の 200W モジュールからなる。各モジュールは、パワーオプティマイザ、本質的には MPPT コントローラを有する DC/DC バックブーストコンバータを有する。パワーオプティマイザは、直列に接続されてストリングを形成し、複数のストリングは、ソーラーエッジパワーコンディショナの同じ入力に並列に接続することができる。ソーラーエッジパワーコンディショナは、単段電流源であり、入力電圧を一定に保つために、PV アレイから引き出す電流を連続的に変化させる。¹

ソーラーエッジパワーオプティマイザは、高効率であり、広範囲の条件にわたって 98%を超える変換効率を維持する。しかし、計算を簡単にするために、この例では 100%のパワーオプティマイザ効率を仮定する。

シナリオ 1-理想的条件:最初に、すべてのモジュールが、各 200W の電力を提供する日射を受けていると仮定する。各ソーラーモジュールの電力出力は、対応するパワーオプティマイザ内の入力制御ループによってモジュールの最大電力点に維持される。この MPP ループは、モジュールから DC 回路への 200W 全ての転送を確実にする入力電流 I_{in} および入力電圧 V_{in} を決定する。我々は、 $V_{MPP}=32V$ の各モジュール(実証目的のために完全に整合されたモジュールが与えられる)の MPP 電圧を仮定する。これは、パワーオプティマイザへの入力電圧が 32V であり、入力電流が $200W/32V = 6.25A$ であることを意味する。パワーコンディショナへの入力電圧は、別個のフィードバックループによって制御される。簡単にするために、この例では、パワーコンディショナは固定電圧 400V を要求する。直列に接続されたモジュールは 10 個あり、それぞれが 200W を供給するので、パワーコンディショナへの入力電流は $2000W/400V = 5A$ である。したがって、各パワーオプティマイザを通して流れる DC 回路電流は 5A でなければならない。これは、この例における各パワーオプティマイザが $200W/5A = 40V$ の出力電圧を提供することを意味する。この場合、パワーオプティマイザは、32V 入力電圧を目標 40V 出力電圧に変換するアップコンバータとして動作する。

この場合の様々なシステム電流および電圧を図 1 に示す。

¹ シリーズ PB、OP、および P。M シリーズパワーオプティマイザからのパワーオプティマイザへの適用は、バックのみであるが、同様に動作する。

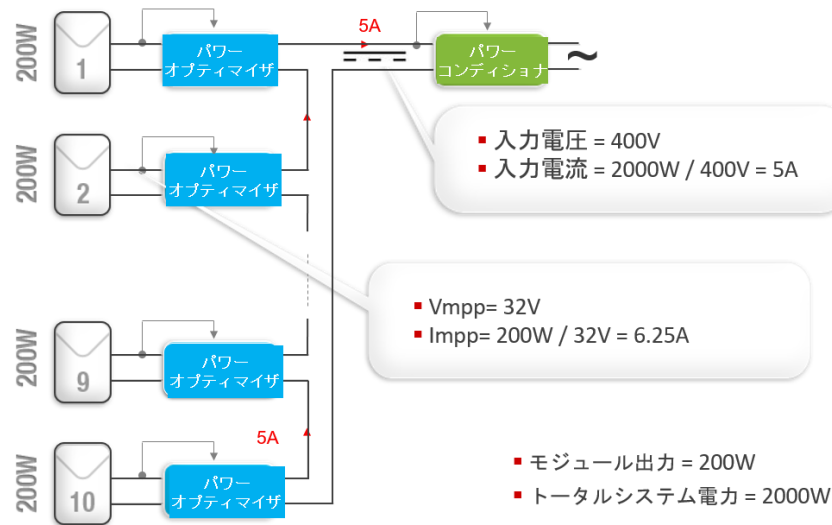


図 1: 理想的な条件での運転

シナリオ 2-部分影:次に、モジュール#9 に影が掛かり、その結果、40W の電力しか生成しないと仮定する。他の 9 つのモジュールは、影が掛かっておらず、各 200W の電力を生成する。影の掛かったモジュールのパワーオプティマイザは、そのモジュールを最大電力点に維持するが影のために低下する。 $V_{MPP}=28V$ とすると、電流は $40W/28V = 1.43A$ である。ストリングによって生成される全電力は、現在、 $9 \times 200W + 40W = 1840W$ である。パワーコンディショナは依然として 400V の入力電圧を維持する必要があるので、パワーコンディショナへの入力電流は $1840W/400V = 4.6A$ となる。これは、DC 回路電流が 4.6A でなければならないことを意味する。したがって、9 つの影の掛かっていないモジュールの電力オプティマイザは、 $200W/4.6A = 43.5V$ の出力を有する。

対照的に、影の掛かったモジュールに取り付けられたパワーオプティマイザは、 $40W/4.6A = 8.7V$ を出力する。パワーコンディショナへの入力は、43.5V を供給する 9 つのモジュールと、8.7V を供給する 1 つのモジュール、すなわち、 $9 \times 43.5V + 8.7V = 400V$ を、パワーコンディショナによって必要とされるように合計することによって得ることができる。この場合、200W を生成する 9 つの電力オプティマイザは、それぞれ、本質的に、32V 入力電圧を 43.5V 出力電圧に変換するアップコンバータとして働き、モジュール#9 の電力オプティマイザは、28V 入力電圧を 8.7V 出力電圧に変換するダウンコンバータとして働く。

この場合の様々なシステム電流および電圧を図 2 に示す。

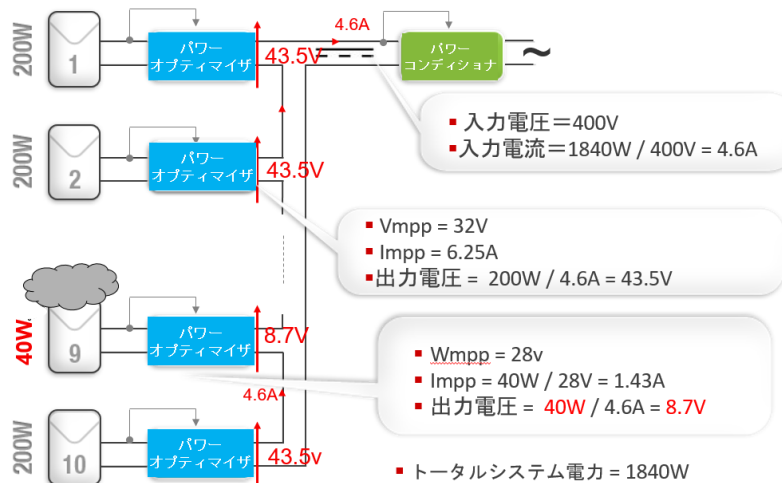


図 2: 部分影が有る場合の動作

この例によって示されるように、各モジュールは、動作条件にかかわらず、その最大電力点で動作している。

両方の場合のシステム動作の比較を図 3 に見ることができるが、環境条件に応じて、アップ DC/DC 変換とダウン DC/DC 変換の両方が自動的に動作していることに注目。

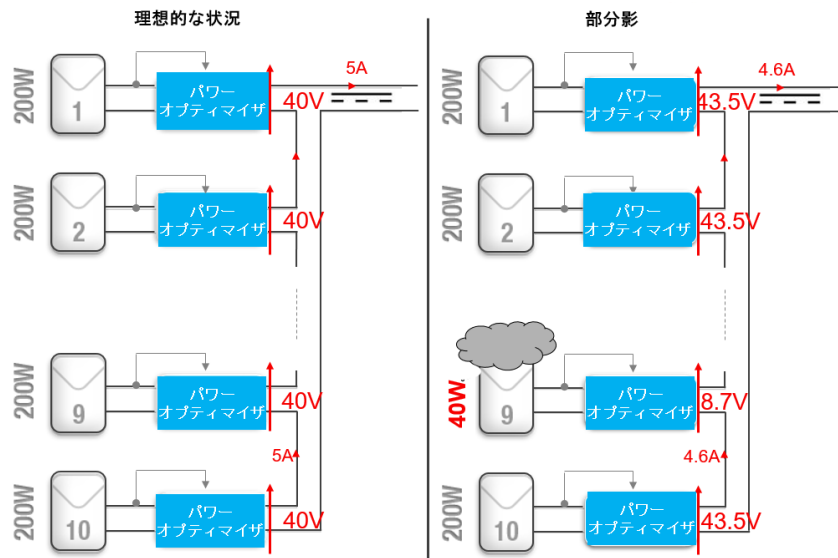


図 3: ケース比較

固定ストリング電圧の利点

ソーラーエッジパワー最適マイザによって維持される固定ストリング電圧は、複数の利点を提供する。

- フレキシブルデザイン -
出力の異なるモジュールを、一つのストリングに直列に接続することができる。単一のストリング内のモジュールの数は、モジュール出力電圧に依存しないため、広いストリング長の範囲が許容される。
- 高いパワーコンディショナ効率と信頼性 - ソーラーエッジ
パワーコンディショナは、一定の電圧で動作し、ストレスが少ない状態で動作する。パワーコンディショナは、ストリングの長さまたは環境条件に関係なく、最適な DC-AC 変換効率を可能にする電圧で常に動作する。
- 設置コストの削減 - ストリングの長さが長くなると、BoS および設置コストが低下する。
- 温度差 - ソーラーエッジ固定ストリング電圧は、従来のシステムにおいてストリング長を強く制限している温度による制約を受けない。
- 改善された安全性 -
すべてのパワー最適マイザは、パワー最適マイザが機能しているソーラーエッジパワーコンディショナに接続されるまで、「安全 1V 出力」モードで起動する。さらに、グリッド電力遮断の場合、モジュールは直ちに発電を停止し、このモードに戻る。