

Application Note

BQ2575X に外部 P&O 機能を実装する方法

Christian Moyer

概要

このアプリケーションノートでは、MCU ホスト コントローラを使用し、I2C を使用して VAC_DPM 設定を調整し、BQ2575x で外部摂動観測 (P&O) MPPT 制御を実装する方法について説明します。このアプローチにより、ソーラー エネルギー ハーベストをリアルタイムで最適化し、ソーラー パネル入力を使用すると同時に充電効率を向上させることができます。このドキュメントでは、この方法のテスト手順と結果についても概要を説明します。

目次

1 はじめに.....	2
2 摂動と観測.....	3
3 Bq2575x を使用した P&O の実装.....	4
4 外部 P&O MPPT アルゴリズムのテスト.....	6
5 まとめ.....	8
6 参考資料.....	8

図の一覧

図 1-1. 太陽光発電の優れた動作曲線.....	2
図 1-2. BQ2575x MPPT フル パネル スイープ.....	3
図 3-1. 外部 P&O MPPT アルゴリズム動作.....	4
図 3-2. Bq2575x 用の外部 P&O MPPT 制御アルゴリズム.....	5
図 4-1. P&O MPPT の動作.....	6
図 4-2. 利用可能な太陽光発電の急激な増加に対する P&O MPPT 応答.....	7
図 4-3. 利用可能な太陽光発電の急激な減少に対する P&O MPPT 応答.....	7

表の一覧

表 3-1. BQ2575x P&O アルゴリズム レジスタ ガイド.....	5
---	---

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 はじめに

最大電力点追従 (MPPT) は、太陽光発電 (PV) パネルが可能な限り最大の電力出力を提供するように太陽光発電システムに不可欠です。この出力は、太陽光の強度、温度、雲の覆いや遮光などの動的な環境条件によって異なります。ソーラーパネルで発生する電力は電圧と電流の積 ($P = V \times I$) であり、この関係からピークが最大電力点 (MPP) に対応する曲線が形成されます。MPPT なしでは、システムは優れた電圧および電流レベル未満で動作でき、利用可能なエネルギーを大幅に減少させます。

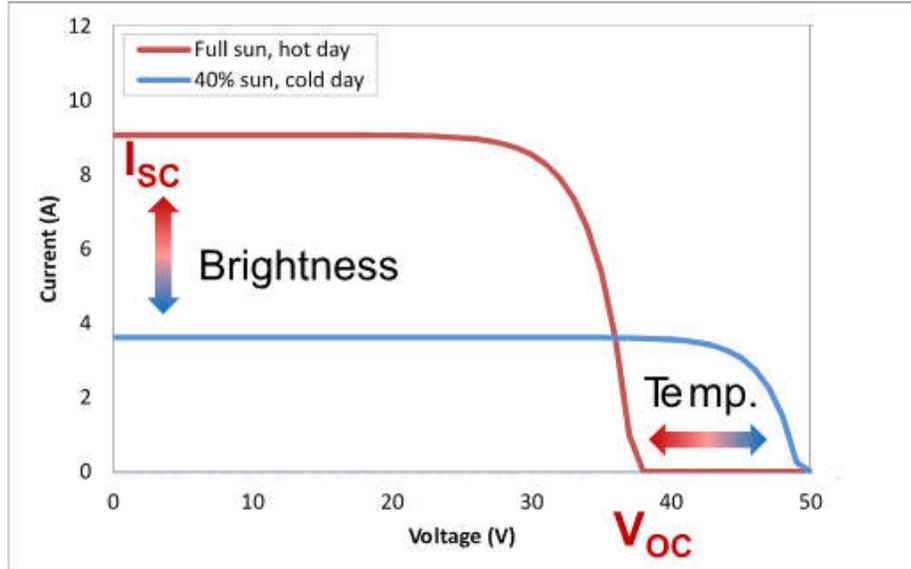


図 1-1. 太陽光発電の優れた動作曲線

Bq2575x 昇降圧バッテリーチャージャファミリには、フル パネル スweepに基づく内部 MPPT 機能が搭載されており、充電電流を監視しながら入力電圧を広い範囲に降圧します。この方法では、最も大きな充電電流 (および Power) を発生させる電圧を特定します。

Full Panel Sweep Max Power Operation

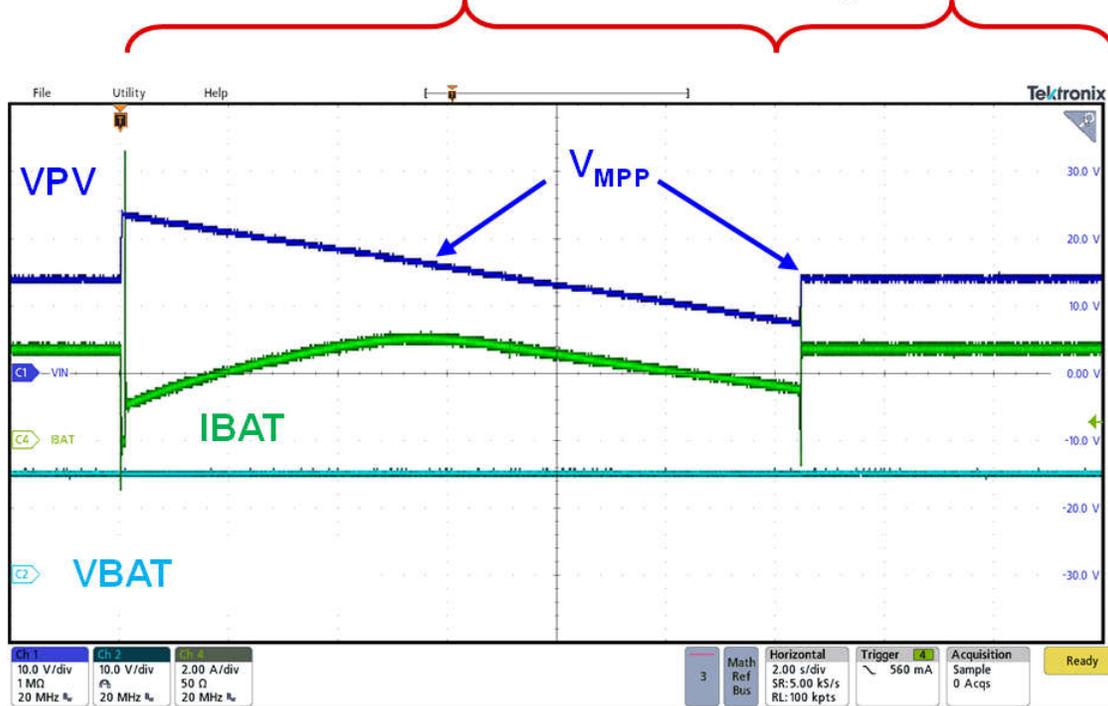


図 1-2. BQ2575x MPPT フル パネル スイープ

パネル全体のスイープでは最大電力点を正確に特定でき、ほとんどのソーラー充電アプリケーションにとって優れた選択肢になりますが、MPP の更新が必要になるたびにパネル全体のスイープが必要になります。図 1-2 に示すように、掃引中は動作電圧が MPP から離れ、充電電流が一時的に減少します。これにより、収穫される平均電力が低下し、効率が低下します。さらに、最小のタイマを 3 分に設定すると、そのウィンドウ内の環境変化により、次のスイープが発生するまでシステムが真の MPP から逸脱する可能性があり、さらに効率に影響を及ぼします。また、急速に変化する条件に対しては、優れた選択肢ではありません。

モバイルや日陰太陽光発電環境など、より高速で連続的なトラッキングを必要とするアプリケーションでは、ホスト マイコンを使用して「Perturb and Observe (摂動と観測)」(P&O) アルゴリズムを外部に実装することにより、MPPT 性能を向上できます。

2 摂動と観測

ソーラーパネルの動作電圧 (摂動) を定期的に調整し、結果として入力電力の変化を測定することで、摂動を観測します (観測)。これにより、システムはパネルの MPP をリアルタイムで動的に追跡できます。

P&O アルゴリズムは、単純な比較ロジックを使用して PV 動作点を昇圧または降圧することにより、段階的に最大電力点に収束します。電力が増加すると、システムは PV 動作点を同じ方向に増加し続けます。電力が減少すると、方向が反転します。MPP に近付くと、システムは自然にピーク電力点付近でわずかに発振します。これは、システムが最大電力点付近にとどまるために摂動を続ける必要があるためです。

システムのニーズに合わせて、摂動ステップ (Δ) のサイズを調整することができます。ステップを小さくすると、MPP からの偏差が少なく、より細かい変動が発生しますが、急激に変化する条件ではコントローラが MPP に到達するまでに時間がかかる場合があります。一方、ステップを大きくすると、変化は速くなりますが、電力のスイングは大きくなります。

3 Bq2575x を使用した P&O の実装

外部 P&O MPPT 動作は、最大電力点追従のために充電器を準備する初期化シーケンスから開始されます。起動時、マイコンはバッテリー電流 ADC をイネーブルにして、充電電流をリアルタイムで監視できます。マイコンは、たとえば 20 分ごとにフル スweep をトリガするように強制スweep タイマを設定し、VAC_DPM レジスタをカスタムで選択した最小パネル電圧に設定します。この電圧値は、実行時調整中に変数 PAN_MIN_V が安全フロアとして機能するため、個別に保存されます。また、動作ポイントの定期的なリセットを強制するようにカスタム タイマも設定されています。

初期化後、システムはフルパネルスweep を実行します。マイコンは、割り込みピンと MPPT ステータス レジスタを監視して、スweep が完了したことを検出します。スweep が完了すると、ホストは VAC_MPP レジスタを読み出し、検出された最大電力点と一致するよう VAC_DPM 設定を更新します。この時点で、内部 MPPT は完全な外部制御を可能にしています。

その後、マイクロコントローラは連続的な P&O 制御ループに入ります。マイコンは最初に、ベースライン充電電流を測定して保存します。次に、この値を大きくして VAC_DPM の値にわずかに摂動を加え、結果として得られる充電電流を測定します。新しい電流が前の値より大きい場合、VAC_DPM をさらに大きくすることで、システムは同じ方向に摂動を続行します。新しい電流が減少すると、摂動方向が反転し、代わりに VAC_DPM が減少します。調整後、電流を再測定して次のステップを決定します。

このプロセスを通じて、システムは VAC_DPM が保存された PAN_MIN_V スレッショルドを超えていることを確認します。VAC_DPM がこの最小値を下回ると、VAC_DPM は強制的に PAN_MIN_V にリセットされますさらに、カスタム タイマが満了すると、デバイスは VAC_DPM 設定をリセットするために、別のフルパネルスweep を実行します。これにより、システムが最大電力点に適切に固定されたままになり、長時間の摂動サイクルによるドリフトを最小限に抑えることができます。

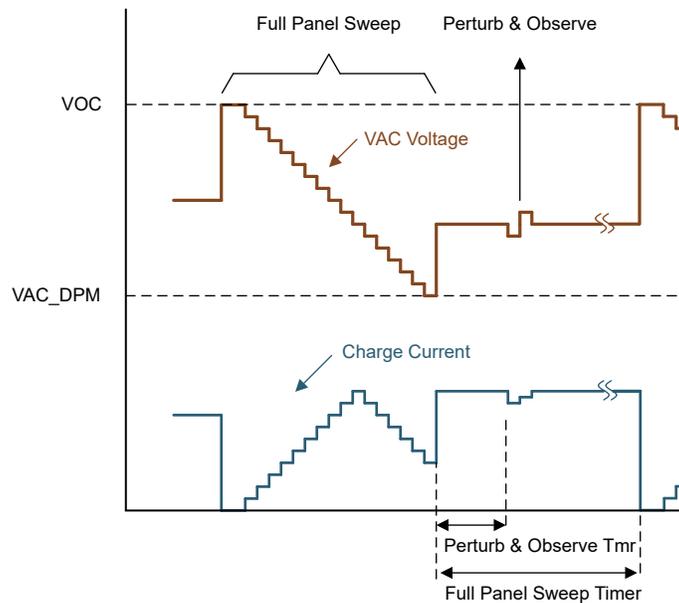


図 3-1. 外部 P&O MPPT アルゴリズム動作

表 3-1. BQ2575x P&O アルゴリズム レジスタ ガイド

レジスタ・アドレス	ビット	ビット名	機能	オプション
0x08	[13:2]	VAC_DPM	MPP 検索の低いほうの電圧を設定します	4.2~65V
0x1A	[2:1]	FORCE_SWEEP	新しいパネル スweepを強制的に MPP を検索します	0 または 1
0x1A	[2:1]	FULL_SWEEP_TMR	パネル全体のスweep間隔 (分) を制御します。	3min、10min、15min、20min
0x1A	[0]	EN_MPPT	最大電力点追従機能を有効化します	0 または 1
0x1F	[13:2]	Vac_MPP	読み取り専用の値は、最近の検索での VAC の最大電力点を保持します	4.2~65V
0x2F	[15:0]	IBAT_ADC	5mΩ RBAT_SNS での IBAT ADC 読み取り	-20A-20A
0x22	[1:0]	MPPT_STATUS	最大電力点追跡アルゴリズムのステータス	MPPT はディセーブル、MPPT は有効だが動作していない、パネル全体のスweepが進行中、最大電力電圧を検出

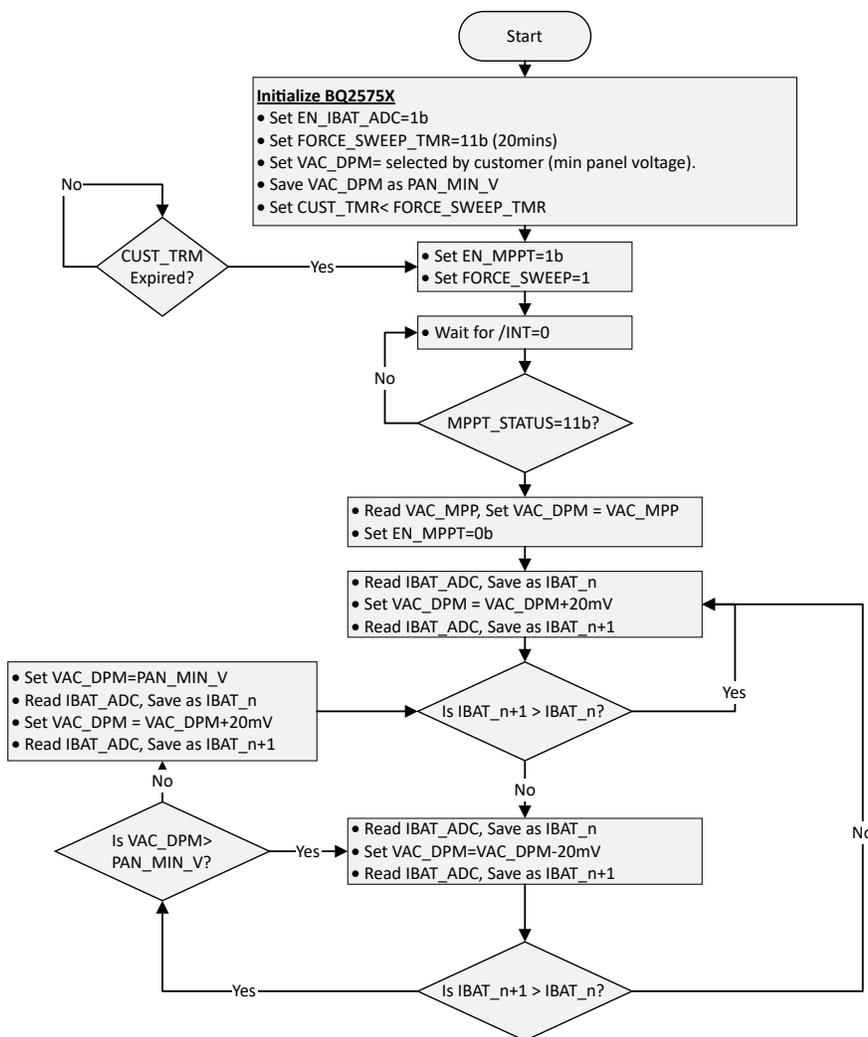


図 3-2. Bq2575x 用の外部 P&O MPPT 制御アルゴリズム

4 外部 P&O MPPT アルゴリズムのテスト

開発した P&O MPPT アルゴリズムは、BQ2575x 評価基板 (EVM) を LP-MSPM0L1306 LaunchPad マイコンと組み合わせて検証したものです。LP-MSPM0L1306 は、[図 3-1](#) に示すフローチャートを実装したファームウェアを使用してプログラムされました。このテストの目的は、外部 MPPT 制御ループの正常な動作を検証することです。これには、適切な VAC_DPM 調整、IBAT 測定、動的条件下での最大電力点 (MPP) への収束も含まれています。

基本的な P&O MPPT アルゴリズムは変更されませんが、よりクリーンで安定した波形を生成するため、VAC_DPM ステップサイズ、遅延時間、ADC サンプルングレートなどのパラメータが調整されています。これらの変更は、アルゴリズムの動作に影響を与えることなく波形の外観を改善するために行われました。VAC_DPM のランプレート、ADC の更新間隔、摂動ステップサイズを調整してソーラーパネルと負荷の動作をより適切に一致させることにより、さらに改良を加えることができます。タイマを実装して P&O 機能を連続的ではなく定期的に行うこともでき、定常状態条件でシステム性能をさらに安定化できます。

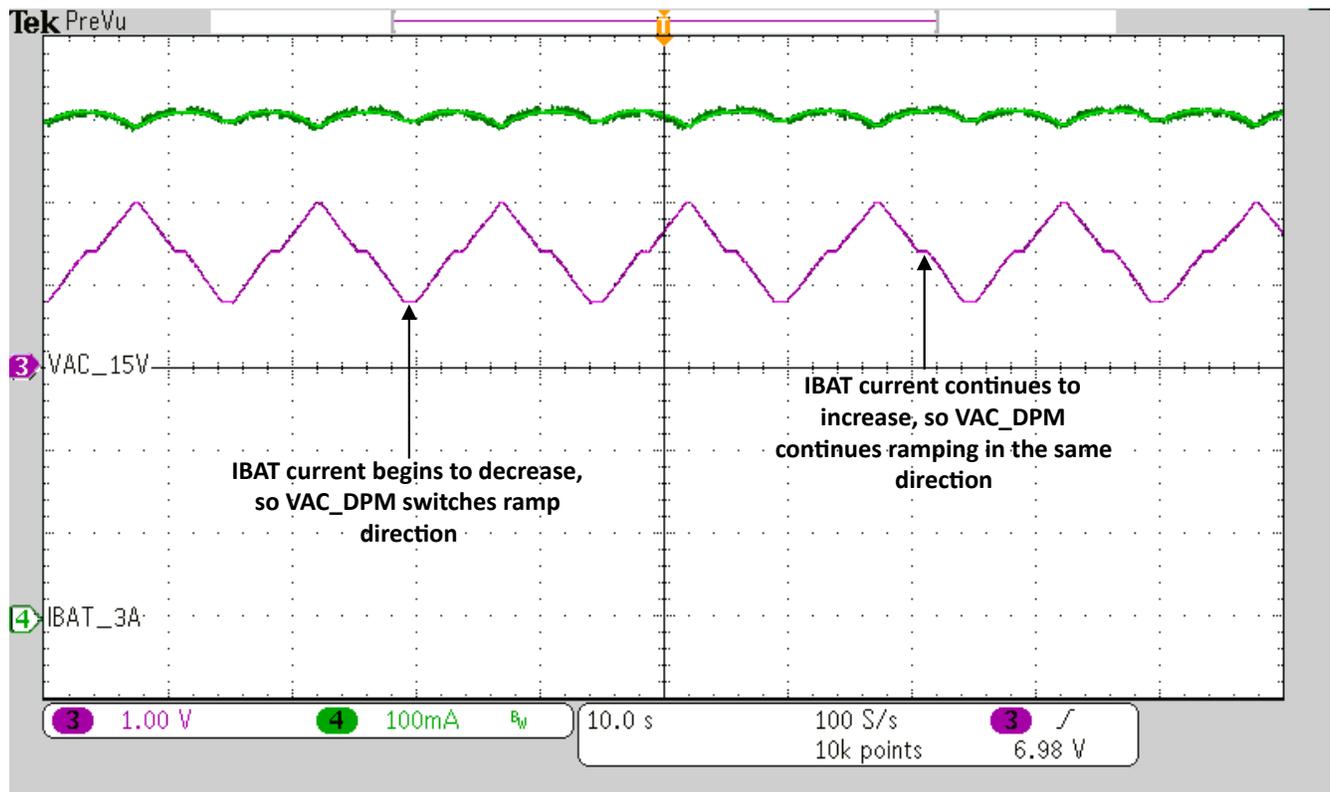


図 4-1. P&O MPPT の動作

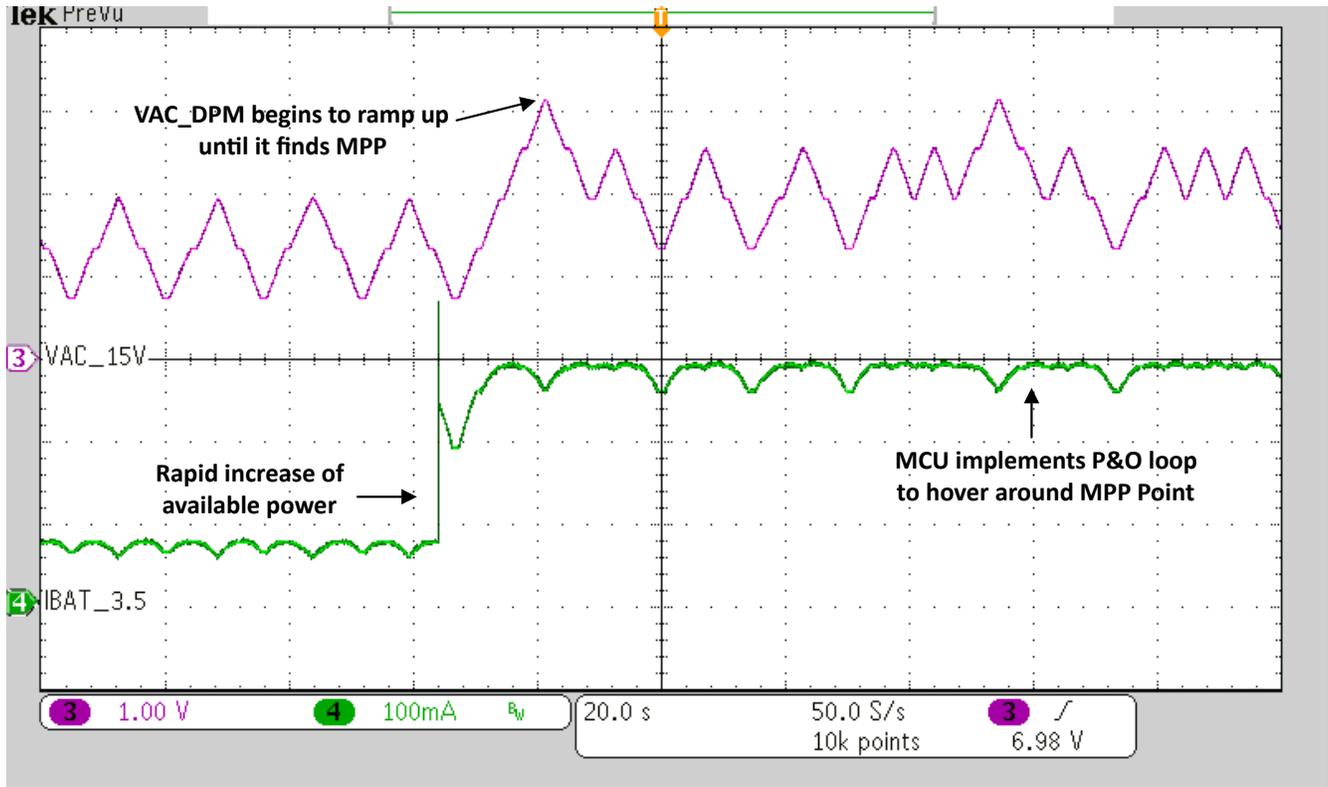


図 4-2. 利用可能な太陽光発電の急激な増加に対する P&O MPPT 応答

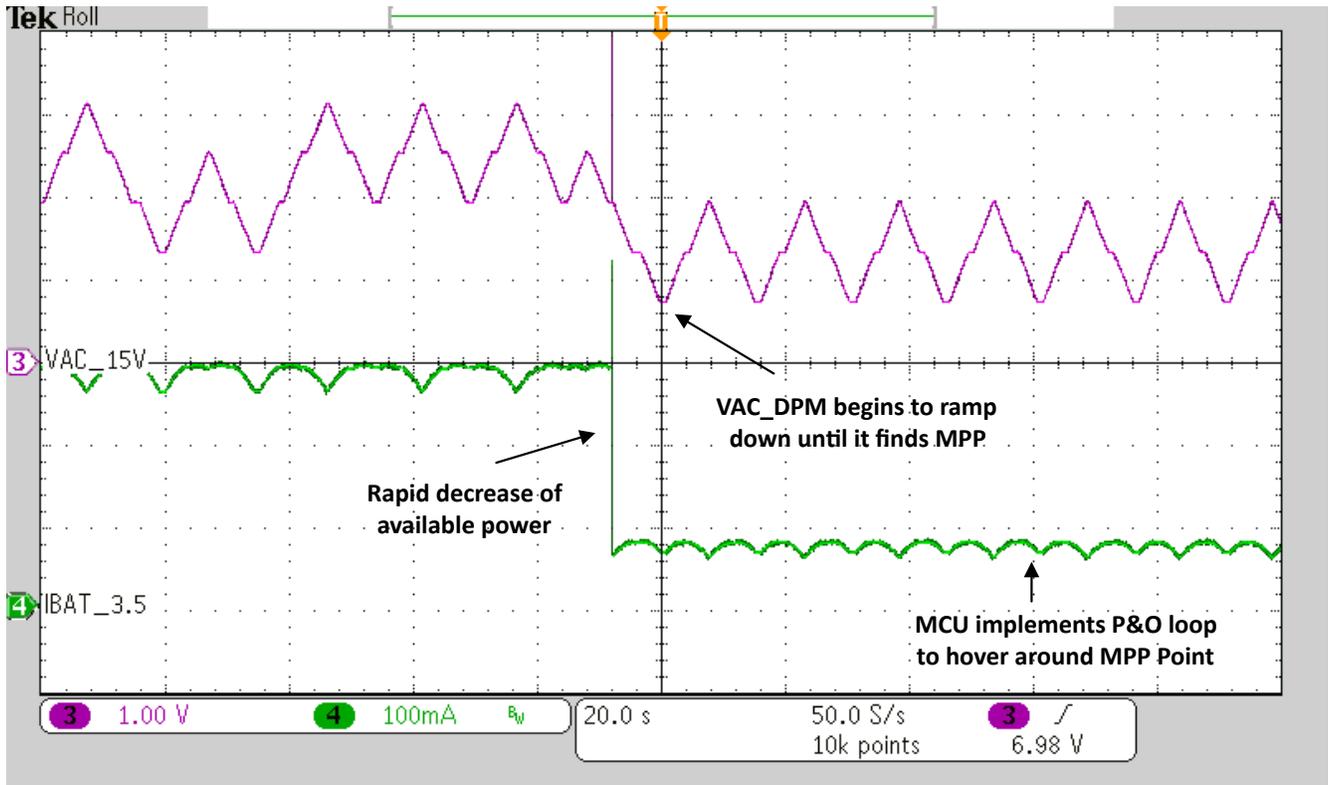


図 4-3. 利用可能な太陽光発電の急激な減少に対する P&O MPPT 応答

5 まとめ

このアプリケーションノートは、BQ2575x のバッテリーチャージャファミリを対象にした、観測 (P&O) 最大電力点追従 (MPPT) アルゴリズムの外部実装を提示しました。MCU ホストコントローラを使用して VAC_DPM レジスタを外部で調整することで、ソーラー パネル出力をリアルタイムで最適化し、システム全体の充電効率を向上させます。提案する方法は、BQ2575x 評価基板 (EVM) と LP-MSPM0L1306 LaunchPad を使用して検証したもので、動的な動作条件下で最大電力点への効果的な収束を示しています。試験により、外部 P&O 制御法が最大電力点付近でのシステム動作を正常に維持し、変化する太陽光入力条件に適応したことが確認されました

6 参考資料

- テキサス・インスツルメンツ、『[BQ25756: スタンドアロン/I2C 制御、1~14 セル双方向昇降圧バッテリー充電コントローラ](#)、データシート
- テキサス インスツルメンツ、[BQ25756 評価基板](#)、ユーザーズ ガイド
- テキサス・インスツルメンツ、『[BQ25750: スタンドアロン /I2C 制御、1~14 セル双方向降圧バッテリー充電コントローラ \(ダイレクト パワー パス制御付き\)](#)
- テキサス インスツルメンツ、[BQ25750 評価基板](#)、ユーザーズ ガイド
- テキサス インスツルメンツ、『[MSPM0L1306 LaunchPad 開発キット \(LP-MSPM0L1306\)](#)』、ユーザーズ ガイド

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適したテキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、ます。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されているテキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated