

Application Note

DRSS によるチャージャの **EMI** の最小化: 実用的な利点とラボ検証の手法

Christian Moyer

概要

このアプリケーション ノートは、チャージャの EMI を最小化する際にデュアル ランダム スペクトラム 拡散 (DRSS) の概念と利点について説明します。特に、BQ25773 の動作と構成に注目します。推奨される試験セットアップを含め、実験室で EMI 性能を評価するための実践的なガイダンスが提供されており、DRSS 有効時と無効時の EMI スペクトルの比較も示されています。結果は、DRSS を有効にすることで EMI の影響を低減し、IEC-CISPR 32 の EMI 規格を満たすことが可能であることを示しています。

目次

1 概要.....	2
2 デュアル ランダム スペクトラム 拡散機能 (DRSS).....	3
3 DRSS が必要な理由.....	3
4 BQ25773 DRSS の評価.....	4
4.1 機器.....	4
4.2 機器のセットアップ.....	4
4.3 評価と結果.....	5
5 まとめ.....	6
6 参考資料.....	6

図の一覧

図 1-1. スペクトラム 拡散と周波数変調による EMI 低減.....	2
図 2-1. DRSS の実装.....	3
図 4-1. ディザリングなし (無効化).....	5
図 4-2. 1 個のディザリング ($\pm 2\%$).....	5
図 4-3. 2 倍のディザリング ($\pm 4\%$).....	5
図 4-4. 3 倍のディザリング ($\pm 6\%$).....	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 概要

スプレッド スペクトラム (周波数ディザリングとも呼ばれる) は、スイッチング レギュレータにおいて広く用いられており、ナローバンド信号をワイド バンド信号へと変換することでエネルギーを複数の周波数に分散させ、基本スイッチング周波数およびその高調波にエネルギーが集中するのを防ぎ、電磁干渉 (EMI) を低減します。エネルギー保存則から、合計エネルギーは常に一定ですが、エネルギーを複数の周波数帯域に分散することで、エネルギーのピークを最小限に抑えられます。結果として、付近にある敏感な回路は干渉による影響を受けにくくなります。時間の経過に応じてクロック周波数を操作すると、スイッチング回路によって生成されるエネルギーがどのように拡散できるかを、[図 1-1](#) に示します。

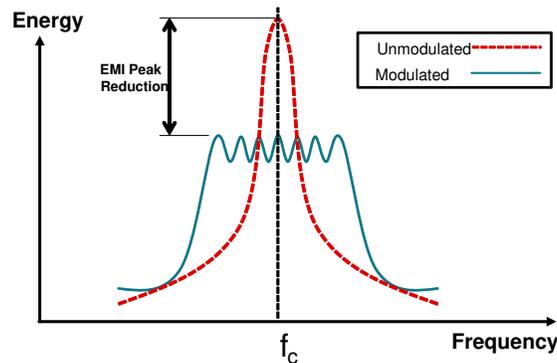


図 1-1. スペクトラム拡散と周波数変調による EMI 低減

2 デュアル ランダム スペクトラム 拡散機能 (DRSS)

アナログ三角波ディザリングや疑似ランダム変調といった従来の手法は、特定の範囲におけるピーク EMI を効果的に低減できますが、複数の分解能帯域幅 (RBW) にわたって一貫した性能を維持することが難しい場合があります。これらの課題は、過度なリップル、可聴ノイズ、または安定性への懸念を生じさせることなく、伝導 EMI 要件を満たさなければならない充電器設計において、特に重要となります。

デュアルランダムスペクトラム拡散 (DRSS) は、低周波の三角波スイープと高周波の疑似ランダム成分という 2 つの独立した変動レイヤーを組み合わせることで、これらの制限に対処します。三角波スイープは制御可能で予測可能な周波数偏移を提供し、一方で疑似ランダム変調は、二次ピークとして蓄積する可能性のある繰り返しスペクトル パターンの発生を防ぎます。これら 2 つのメカニズムを組み合わせることで、DRSS はスイッチング周波数がいずれかの単一値に長時間とどまることを防ぎ、支配的なナローバンド放射が発生しないようにします。これにより、安定かつ高効率な動作を維持したまま、複数の周波数帯域におけるピーク EMI 性能が向上し、より滑らかなスペクトル分布と低いピーク振幅を実現するとともに、平均的なスイッチング動作への影響を最小限に抑えます。

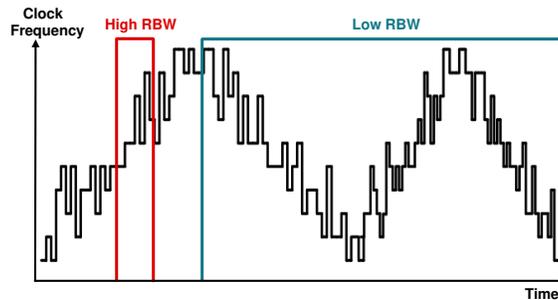


図 2-1. DRSS の実装

3 DRSS が必要な理由

IEC-CISPR 32 は、マルチメディア機器 (MME) に対する国際的な無線妨害規格です。この規格は、無線スペクトラムに対して十分な保護レベルを確保するための要求事項を定めるとともに、測定の実現性および結果の繰り返し性を検証するための手順を規定しています。

より効率の高いチャージャの需要に伴い、スイッチングを高速化するニーズが継続的に高まっています。ただし、スイッチング速度が高速化すると、EMI の増加につながります。さらに、EPR 範囲に関連するような高い DC 入力電圧および高いインダクタ電流への移行は、EMI の課題をさらに増大させます。プロジェクト上の制約により、バッテリー充電システムでは、レイアウトおよびフィルタリングのみで放射規制値を満たすことが困難な場合があります。IEC-CISPR 32 への適合を支援するため、一部の新しいチャージャ デバイスでは、レイアウト変更を必要とせずにシステム レベルの EMI 性能を向上させる目的で DRSS が組み込まれています。

4 BQ25773 DRSS の評価

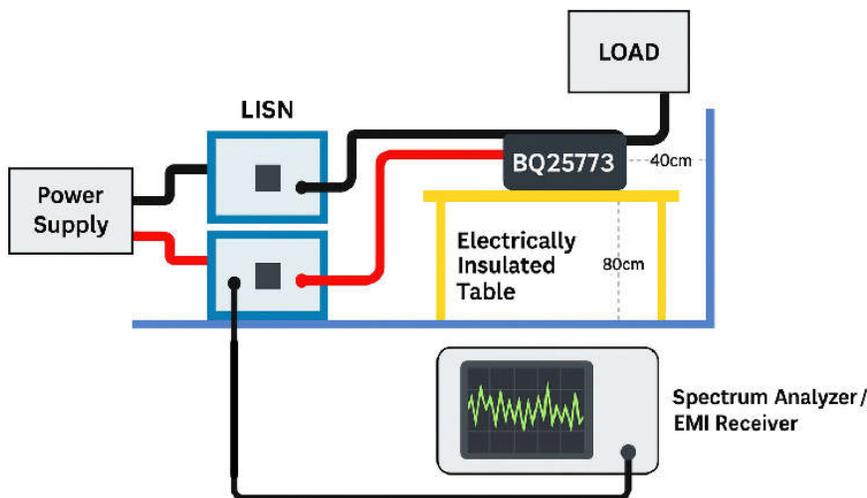
BQ25773 は、TI のバッテリーチャージャの 1 つで、デュアル ランダム スペクトラム 拡散機能を内蔵し、スイッチングに関連する EMI を低減します。以下に示す具体的な実装内容はデバイスごとに異なる場合がありますが、基盤となる DRSS の概念および EMI 低減効果は、この機能をサポートする TI のすべてのバッテリー充電器に広く適用されます。

4.1 機器

BQ25773 の DRSS 機能を評価するには、以下の機器が必要です：

1. TI の評価基板: BQ25773 評価基板 (EVM)。
2. EMI アナライザ / 信号ケーブル: Rohde & Schwarz ESRP3、または同等の CISPR 準拠 EMI テスト レシーバ。
3. EMC テスト チャンバ: 電磁両立性 (EMC) 試験用のシールド ルーム。
4. LISN: 各電源ラインに 1 台ずつ使用する、2 台のライン インピーダンス安定化ネットワーク (LISN)。
5. 電源: 20V、5A を供給可能な DC 電源。
6. 負荷: Kepco BOP36-6M、DC 0 ~ ±36V、0 ~ ±6A、または同等品。実際のバッテリーを使用せずに試験する場合は、バッテリー入力端子間に 2000uF の容量を接続します。
7. コンピュータ: 少なくとも 1 つの USB ポートと USB ケーブルがあるコンピュータ。
8. 通信キット EV2400 または同等の通信アダプタ。

4.2 機器のセットアップ



BQ25773 の DRSS 機能の動作を評価するには、以下の手順を実行します

1. 36V の電源を、各電源ラインにそれぞれ 1 台ずつ設置した 2 台の LISN の入力に接続します。
2. LISN の出力端子を、BQ25773 EVM の入力 (J1) に接続します。
3. 負荷 / バッテリー シミュレータを BQ25773 EVM (J3) の出力に接続します。
4. EMI アナライザ信号ケーブルを正の LISN 信号出力に接続します。
5. EV2400 と BQ25773 の通信を使用して、BQ2577xEVM 評価基板に従ってボードを構成します。
6. CISPR32 評価用に、EMI レシーバを構成します。必要な設定は、使用している CISPR 32 のバージョンと特定の EMI レシーバ モデルによって異なります。
7. REGx3D [3:4] を使用して DRSS 周波数ディザリングを設定します。

DRSS 機能を評価する際、TI はまずディザリングを無効にした通常動作で伝導 EMI 測定を取得し、その後ディザリングを有効にして評価することを推奨しています。

4.3 評価と結果

すべての DRSS 試験結果は、同一の試験条件 (入力 36V/4A、出力 15.4V/9A、約 140W、スイッチング周波数 600kHz) で評価されました。

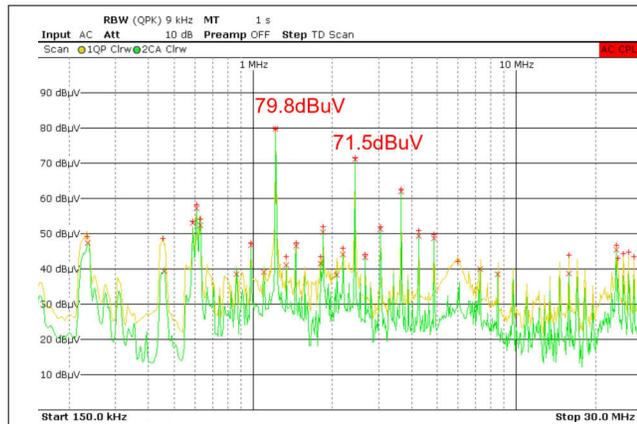


図 4-1. ディザリングなし (無効化)

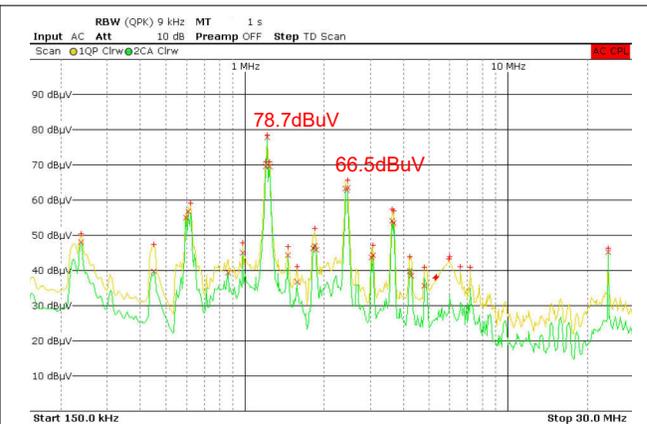


図 4-2. 1 個のディザリング (±2%)

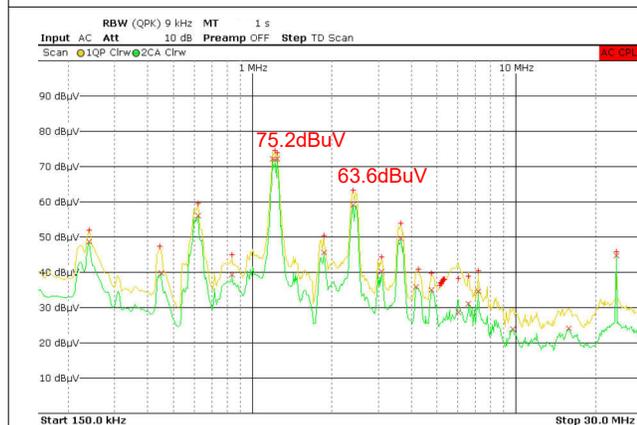


図 4-3. 2 倍のディザリング (±4%)

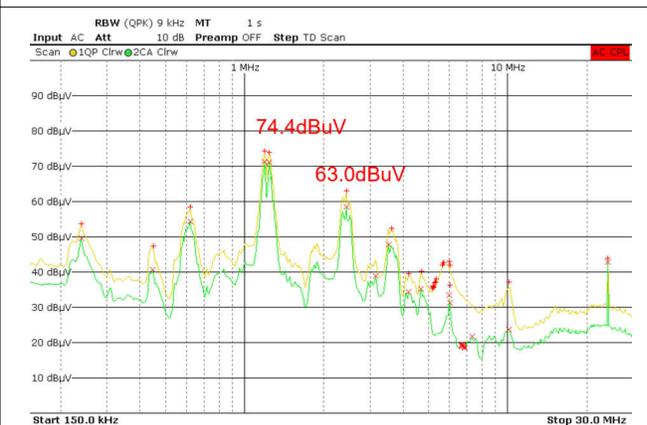


図 4-4. 3 倍のディザリング (±6%)

ディザリングを無効にした場合、ベースラインの EMI の準ピーク値は約 1.2MHz で 79.8dBuV となり、これはスイッチング周波数 (600kHz) の約 2 倍に相当します。±2% のディザリングを有効にすると、ディザリングなしの場合と比較してノイズピークはわずかに低減しますが、全体としての改善は限定的です。ディザリング範囲を ±4% に拡大すると、ノイズピークの低減がより顕著になり、スイッチング周波数をディザリングすることが支配的な EMI ピークの低減に有効であることが示されます。±6% のディザリングで最良の EMI 性能が得られ、ベースラインと比較してノイズピークは約 5.4 ~ 8.5dBuV 低減します。総合的に見ると、これらの結果は、DRSS を用いることで支配的な EMI の準ピークのレベルを低減できることを明確に示しています。

5 まとめ

このアプリケーション ノートは、チャージャの EMI を最小化する際のデュアル ランダム スペクトラム拡散 (DRSS) の利点について説明します。BQ25773 評価基板を用いた DRSS 評価に関する実践的なガイダンスが提供されており、推奨試験セットアップの紹介に加えて、DRSS 有効時と無効時の EMI スペクトルの比較も示されています。この結果は、DRSS 機能を有効に活用することでピーク EMI を低減し、IEC-CISPR 32 の EMI 規格を満たすことが可能であることを確認しています。

6 参考資料

- テキサス インストルメンツ、[スイッチング電源アプリケーションにおけるノイズ分散技術とその効果](#)、セミナー。
- Timothy Hegarty。エンジニアのための DC-DC コンバータにおける EMI ガイド (第 1 部):「標準要求事項および測定手法」、*How2Power Today*, 2017 年 12 月。
- Pareschi, F., Rovatti, R., Setti, G. DC/DC コンバータのスペクトラム拡散による EMI の低減: 最先端技術、最適化、およびトレードオフ、*IEEE アクセス*, 2015, 3, 2857-2874。
- CISPR 25:2016、第 4 版 (または EN 55025:2017)、『車両、船舶、内燃エンジン - 無線揺動特性 - オンボード レシーバ保護のための制限と測定方法』。
- テキサス インストルメンツ、[『EMI 低減手法、デュアル ランダム スペクトラム拡散』](#)、アプリケーション ノート。

重要なお知らせと免責事項

TI 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、TI 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 TI 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、

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 TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI 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。TI 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、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI 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。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月