

Application Note

絶縁型アンプによるクラス最高の放射エミッション EMI 性能



Andrew Cao

概要

いくつかの産業用および車載用アプリケーションでは、機能を実行する高電圧回路からデジタル回路を保護するために、何らかの種類の絶縁を必要とします。テキサス・インスツルメンツは、容量性絶縁バリアを採用した絶縁型アンプとデータコンバータの幅広い製品ラインアップを提供しており、絶縁型データ変換に関するお客様のニーズへの対応をお手伝いします。テキサス・インスツルメンツの容量性絶縁バリアは、多くの場合 100 年以上にわたり動作し、非常に優れた信頼性を実現します。テキサス・インスツルメンツの容量性絶縁バリアの詳細については、[絶縁の Web サイト](#)をご覧ください。

これらのアプリケーションでは、放射エミッション試験が一般的に行われ、システム内の他のコンポーネントや回路に悪影響を及ぼす可能性のある、定められたレベルを超える放射エミッションがシステムから発生しないことを検証します。EMI の詳細については、『[デジタル アイソレータにおける電磁適合性試験の理解](#)』をご覧ください。許容される放射の大きさと放射エミッションの試験手順は、国際無線障害特別委員会 (CISPR) によって定められています。産業用アプリケーションは CISPR 11 規格に従って測定を行い、車載アプリケーションは CISPR 25 規格に従って測定を行います。CISPR 規格と、全周波数帯域でのそれぞれの大きさの詳細については、『[電源の伝導 EMI 仕様の概要](#)』をご覧ください。

この資料は、以下に示すテキサス・インスツルメンツの絶縁型アンプの放射エミッション電磁干渉 (EMI) 性能を示します。[AMC0381D-Q1](#)、[AMC0311D-Q1](#)、[AMC1200C](#)、[AMC0300D](#)、[AMC1200BDWV](#)、[AMC1200BDUB](#)、[AMC1400](#)、[AMC1300](#)、[AMC3330](#)、[AMC131M03](#)。

AMC3301 ファミリの放射エミッション EMI のガイダンスについては、『[AMC3301 ファミリの放射エミッション EMI を減衰させるためのベスト プラクティス](#)』をご覧ください。

目次

| | |
|--|----|
| 1はじめに..... | 3 |
| 2テキサス・インスツルメンツの現行世代の絶縁型アンプの放射エミッション性能..... | 5 |
| 3テキサス・インスツルメンツの前世代の絶縁型アンプの放射エミッション性能..... | 9 |
| 4まとめ..... | 15 |
| 5参考資料..... | 15 |

図の一覧

| | |
|--|----|
| 図 1-1. 絶縁型アンプのブロック図..... | 3 |
| 図 1-2. CISPR 25 テストのセットアップ..... | 4 |
| 図 2-1. AMC0311D-Q1 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 5 |
| 図 2-2. AMC0311D-Q1 の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン..... | 5 |
| 図 2-3. AMC0300D の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 6 |
| 図 2-4. AMC0300D の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン..... | 6 |
| 図 2-5. AMC0381D10-Q1 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 7 |
| 図 2-6. AMC0381D-Q1 の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン..... | 7 |
| 図 2-7. AMC1200C の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 8 |
| 図 2-8. AMC1200C の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン..... | 8 |
| 図 3-1. AMC1200DUB の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 9 |
| 図 3-2. AMC1200DUB の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン..... | 9 |
| 図 3-3. AMC1200DWV の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 10 |
| 図 3-4. AMC1200DWV の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン..... | 10 |
| 図 3-5. AMC1400 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 11 |

商標

| | |
|---|----|
| 図 3-6. AMC1400 の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン..... | 11 |
| 図 3-7. AMC1300 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 12 |
| 図 3-8. AMC1300 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 12 |
| 図 3-9. AMC3330 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 13 |
| 図 3-10. AMC3330 の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン..... | 13 |
| 図 3-11. AMC131M03 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン..... | 14 |
| 図 3-12. AMC131M03 の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン..... | 14 |

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

容量性絶縁バリアを備えた絶縁型アンプでは、バリアをまたぐコンデンサがデータ送信用に 1 または 0 の形で充放電されるときに、放射エミッションが発生する可能性があります。電荷は差動コンデンサを逆方向に流れ、ほとんどは互いに打ち消し合います。ただし、これらの電荷の流れの間に大きさや時間の差があると、絶縁されたグランド GND1 と GND2 の間に電磁エネルギーが注入されます。絶縁バリアの性質上、エネルギーはソースに戻る導体を見つけることができません。ソースに戻るパスがないため、エネルギーはデバイスのピン（およびそれらが接続されているすべてのパターンや PCB プレーン）から放射エミッションの形で放射されます。この放射は、ピコ秒単位のタイミングの不一致に起因するため、アンプの信号帯域幅とデータレートを大幅に上回る周波数まで拡大する可能性があります。

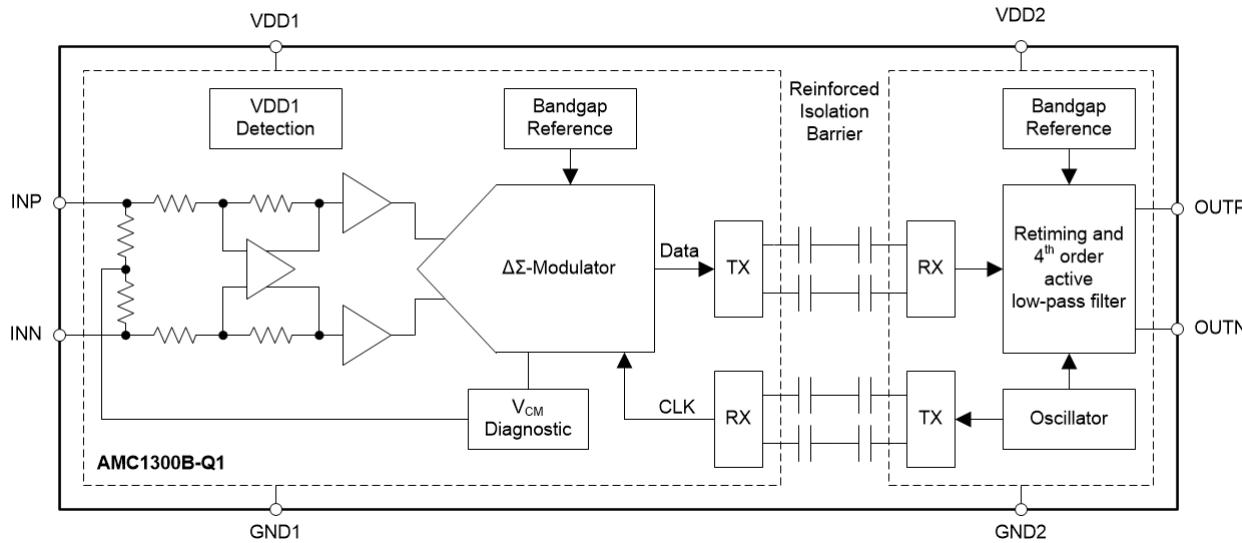


図 1-1. 絶縁型アンプのブロック図

この数年間に、放射 EMI 性能を最適化する目的で、テキサス・インスツルメンツの絶縁型アンプのアーキテクチャに大幅な改良が加えられました。2018 年の ISO224 のリリース以降、テキサス・インスツルメンツの絶縁型アンプでは、従来使用されていたパルス符号変調の代わりにオン / オフキーイング（OOK）信号変調を使用するようになりました。OOK 変調により、同相過渡耐性レベルが大幅に向上了しました。その後、2020 年に、絶縁バリアをまたぐエネルギー量を大幅に低減した初の絶縁型アンプ [AMC1300B-Q1](#) がリリースされました。これにより、放射エミッションが低減し、標準仕様に対して十分なマージンが確保されるようになりました。2025 年、AMC03xx デバイスファミリーは、新しい單一コンデンサ絶縁技術を使用して、放射エミッションをさらに低減しました。これらの設計変更と絶縁された信号路は、[AMC1100](#)、[AMC1200](#)、[ISO224](#) のデバイスを除く、テキサス・インスツルメンツの絶縁型アンプの製品ラインアップ全体に反映されています。信号チェーン内で最適化されたタイミングと振幅により、高周波での放射エミッション EMI をさらに低いレベルまで低減できます。

以下のセクションでは、テキサス・インスツルメンツの絶縁型アンプの放射エミッション EMI 性能を示します。現行世代の絶縁アンプの放射エミッション性能データは、[AMC0381D-Q1](#)、[AMC0311D-Q1](#)、[AMC1200C](#)、[AMC0300D](#) に示しています。一方、前世代のデータは、[AMC1200BDWV](#)、[AMC1200BDUB](#)、[AMC1400](#)、[AMC1300](#)、[AMC3330](#)、[AMC131M03](#) に示します。放射エミッションのスキャンは、いずれも CISPR 25 で規定されている規格に従って行いました。すべてのテストは、[DIYAMC-0-EVM](#) プリント基板（PCB）を使用した [AMC0311D-Q1](#)、[AMC1200C](#)、[AMC0300D](#) を除く、各デバイスを使用して実施されました。

テスト構成では、存在する場合は、外部部品のノイズを低減するため、トランスマジック U3 を EVM から取り外しました。図 1-2 の [デバイスピニの設定](#) に示すように、入力はグランドに短絡され、出力は抵抗を介して接続されました。2 つの外部 3.3V バッテリが、デバイスの高電圧側と低電圧側に電力を供給します。1 個のバッテリをこのデバイスの EVM に直接接続し、もう 1 個のバッテリを LISN に接続しました。次に、LISN は、テストしたデバイスの側面に電源を供給するために、テーブルにまたがっているワイヤに接続されました。LISN からの電源と同じ側で、デバイスの入力または出力に 1.5m のワイヤが接続されています。

各デバイスについて、低電圧長と高電圧長という 2 つのテストを行いました。低電圧長の構成は、[CISPR 25 テストセットアップのオプション A](#) に示します。入力は 1.5m のワイヤに接続され、短絡はワイヤの端に接続されています。出力は抵抗を介して接続されます。電力供給の場合、低電圧側を LISN からの電源に接続し、高電圧側は 3.3V バッテリに直接接続します。高電圧長の構成を [CISPR テストセットアップのオプション B](#) に示します。出力は 1.5m のワイヤに接続され、抵抗はワイヤの端に接続されています。入力は、短絡経由で接続されています。電力供給の場合、高電圧側を LISN からの電源に接続し、低電圧側は 3.3V バッテリに直接接続します。

CISPR 25 のデータを生成するには、150kHz から 30MHz へのモノポール、30MHz から 200MHz へのバイコニカルアンテナ、200MHz から 1GHz までの対数周期アンテナ、1GHz ~ 3GHz のホーンアンテナの 4 つのアンテナがあります。位置決めは、モノポール、バイコニカル（双円すい）、対数周期的なアンテナが CISPR テストセットアップの位置 A に配置されます（表の中央から 1m）。モノポールの場合、テーブルをアンテナスタンドに接続するために銅シートが必要です。ホーンアンテナは、CISPR テストセットアップの位置 B に配置されています。この構成はデバイスから 1m 離れています。各スキャンでは、平均モノポールスイープが緑色、平均垂直スイープが青色、平均水平スイープが赤色で示されます。

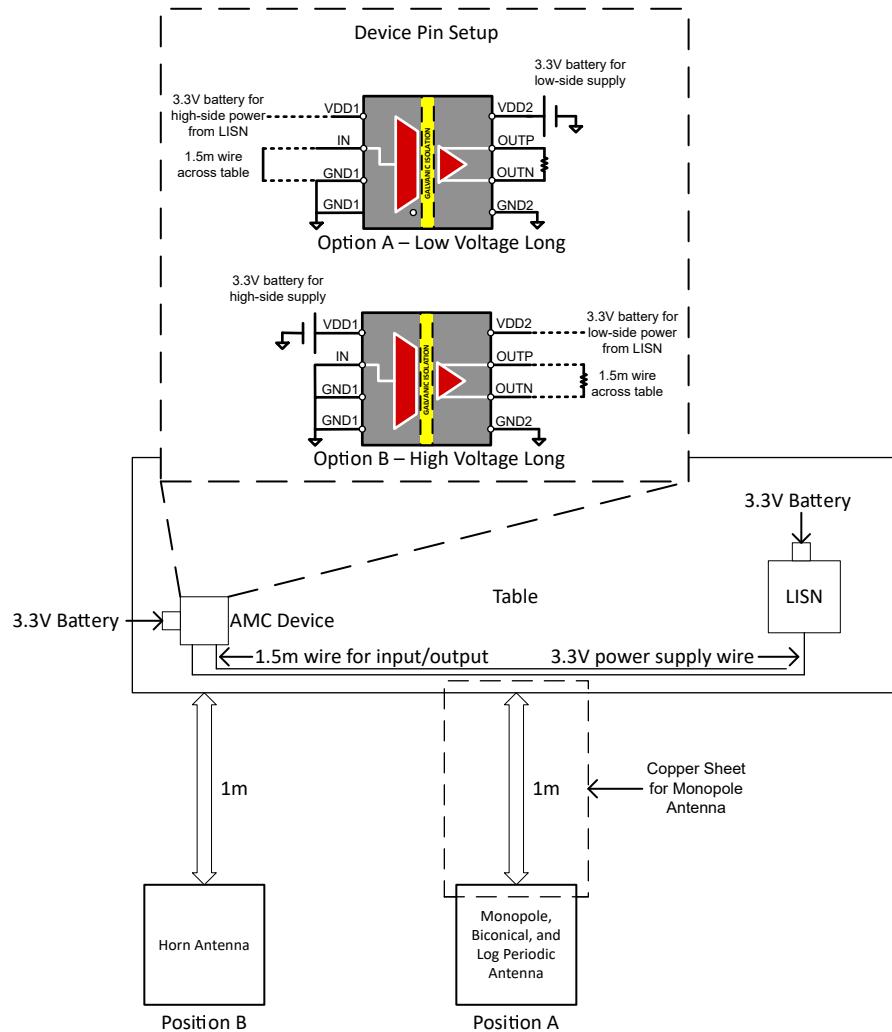


図 1-2. CISPR 25 テストのセットアップ

2 テキサス・インスツルメンツの現行世代の絶縁型アンプの放射エミッション性能

テキサス・インスツルメンツの電流絶縁型アンプには、放射エミッション EMI 特性が数年にわたって進化してきました。この世代では、單一ダイコンデンサの絶縁により、アナログシグナルチェーンがさらに改良されています。以下の図は、高電圧側が長い場合(1.5m のワイヤに接続)、および低電圧側が長い場合の、AMC0311D-Q1、AMC0300D、AMC0381D-Q1、AMC1200C の CISPR 25 の結果です。

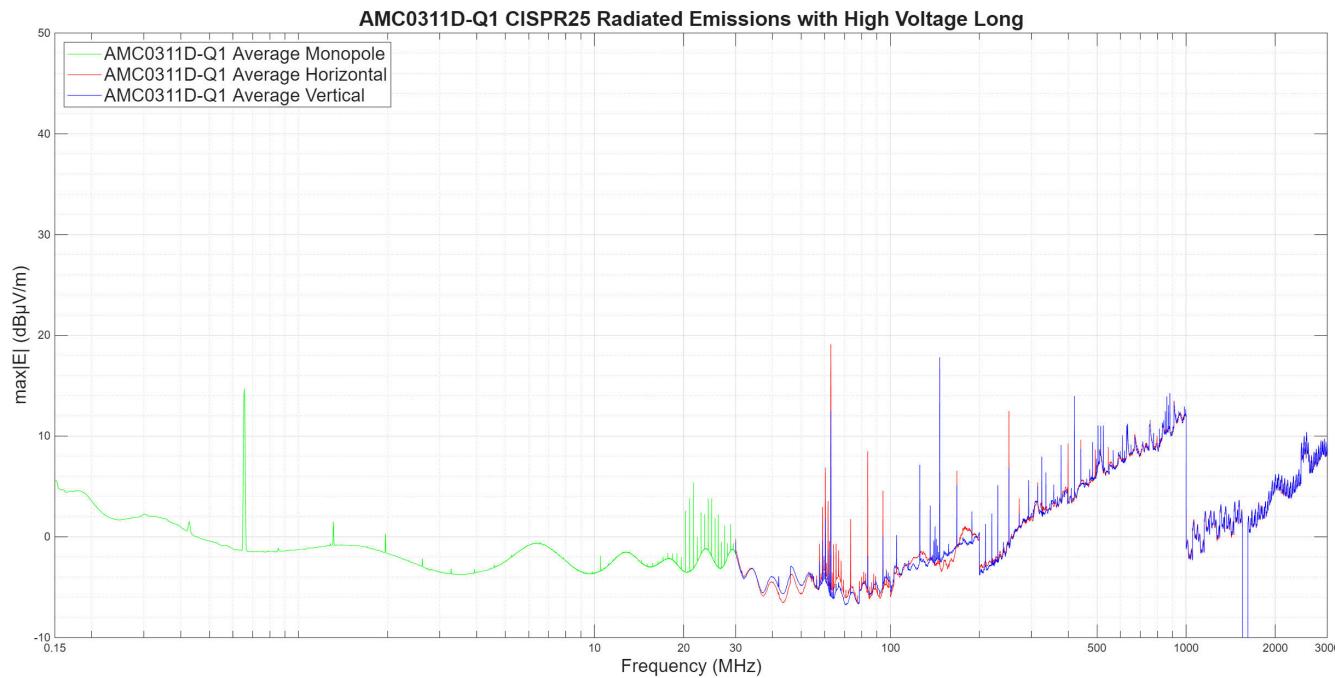


図 2-1. AMC0311D-Q1 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

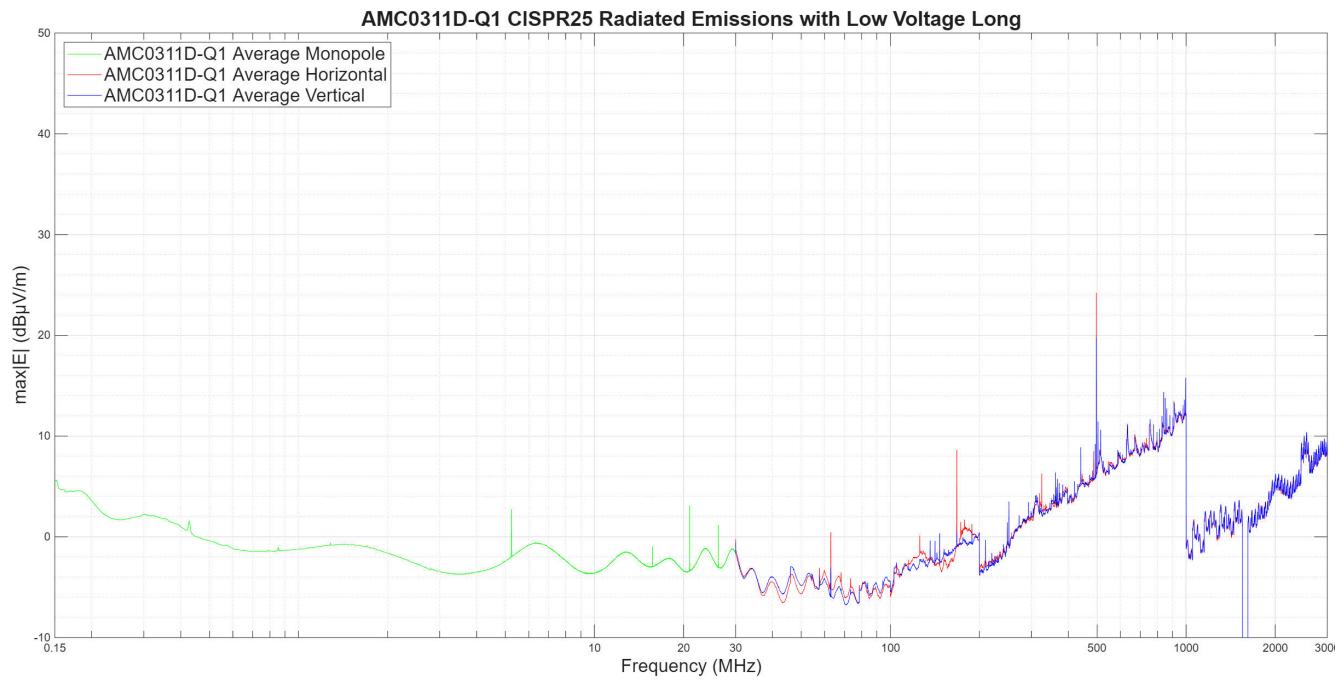


図 2-2. AMC0311D-Q1 の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン

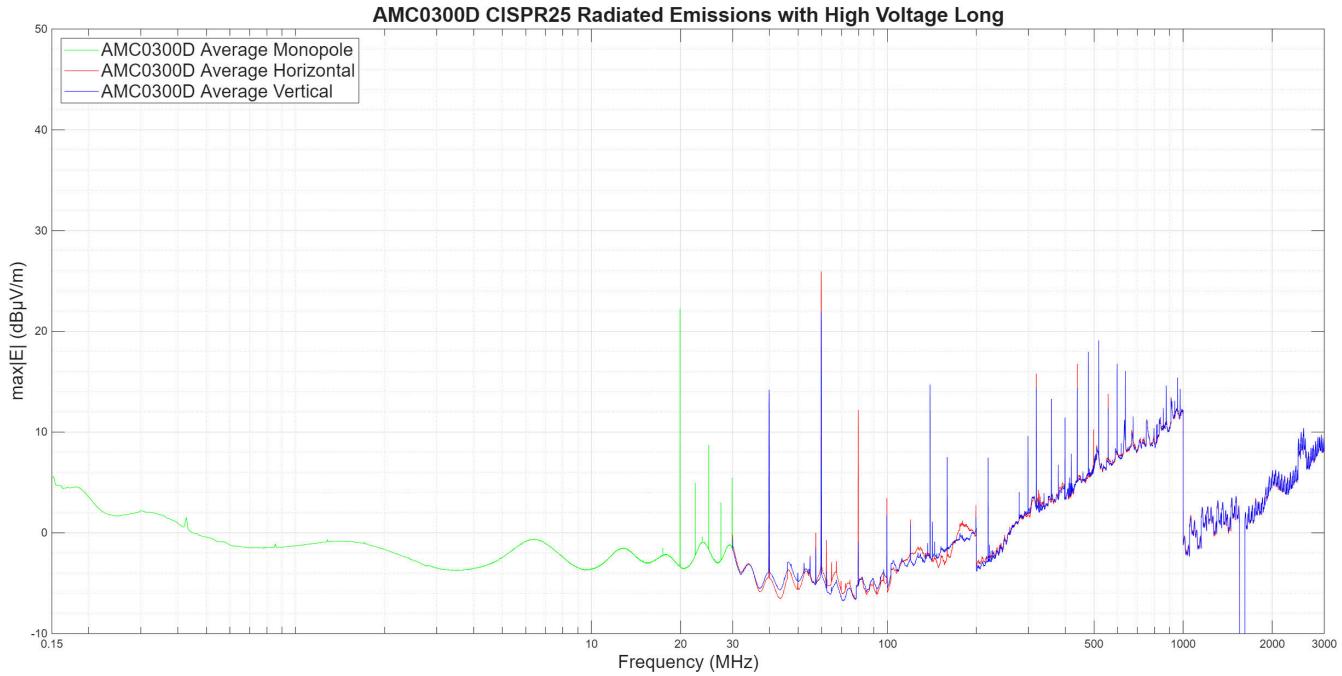


図 2-3. AMC0300D の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

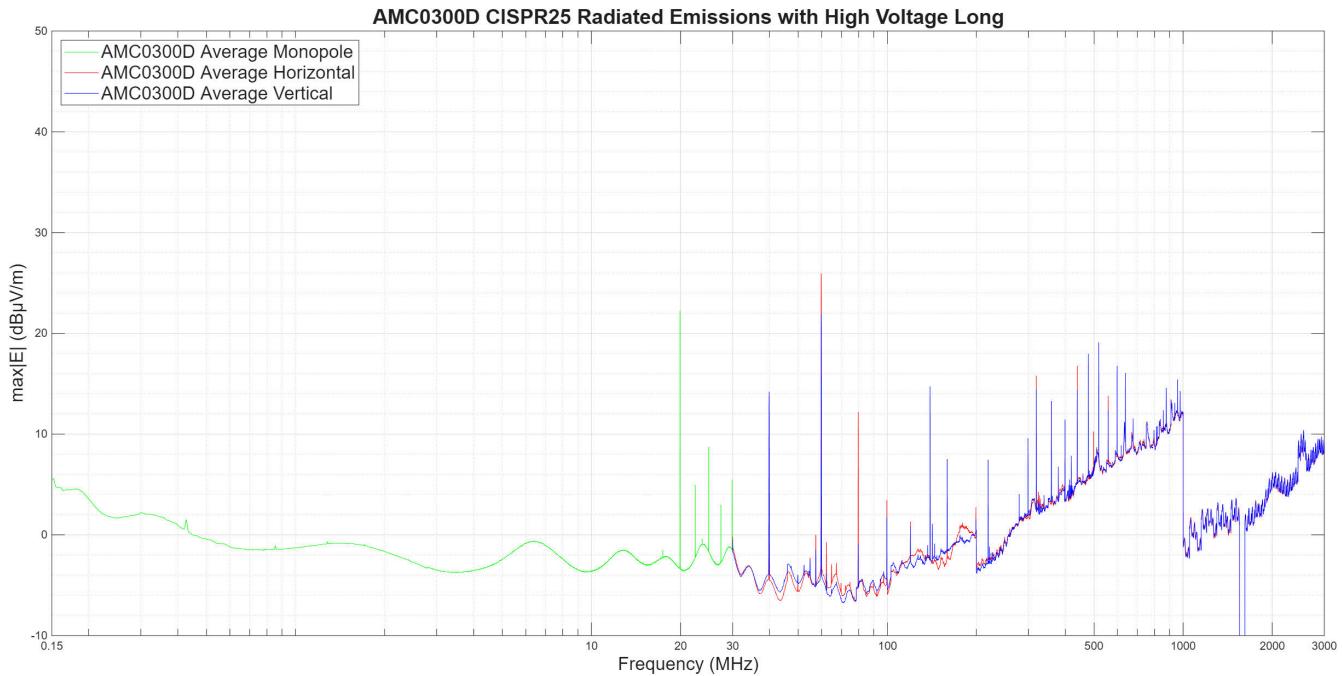


図 2-4. AMC0300D の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン

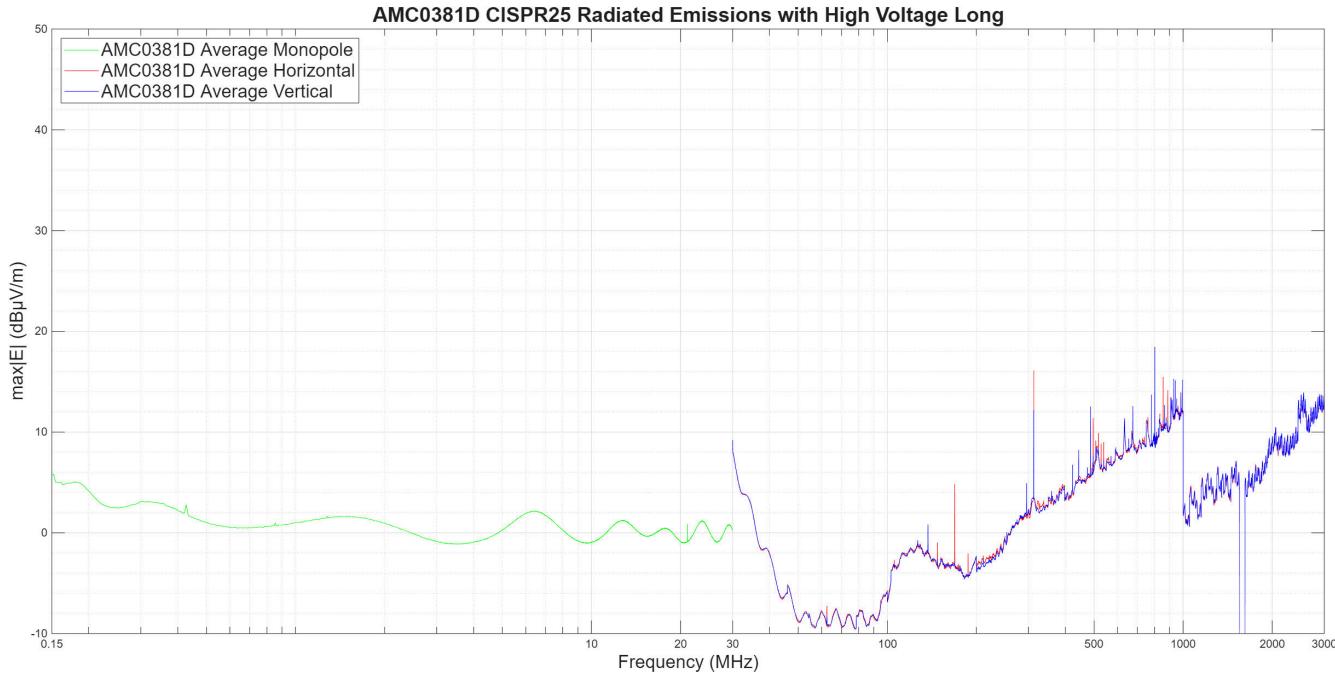


図 2-5. AMC0381D10-Q1 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

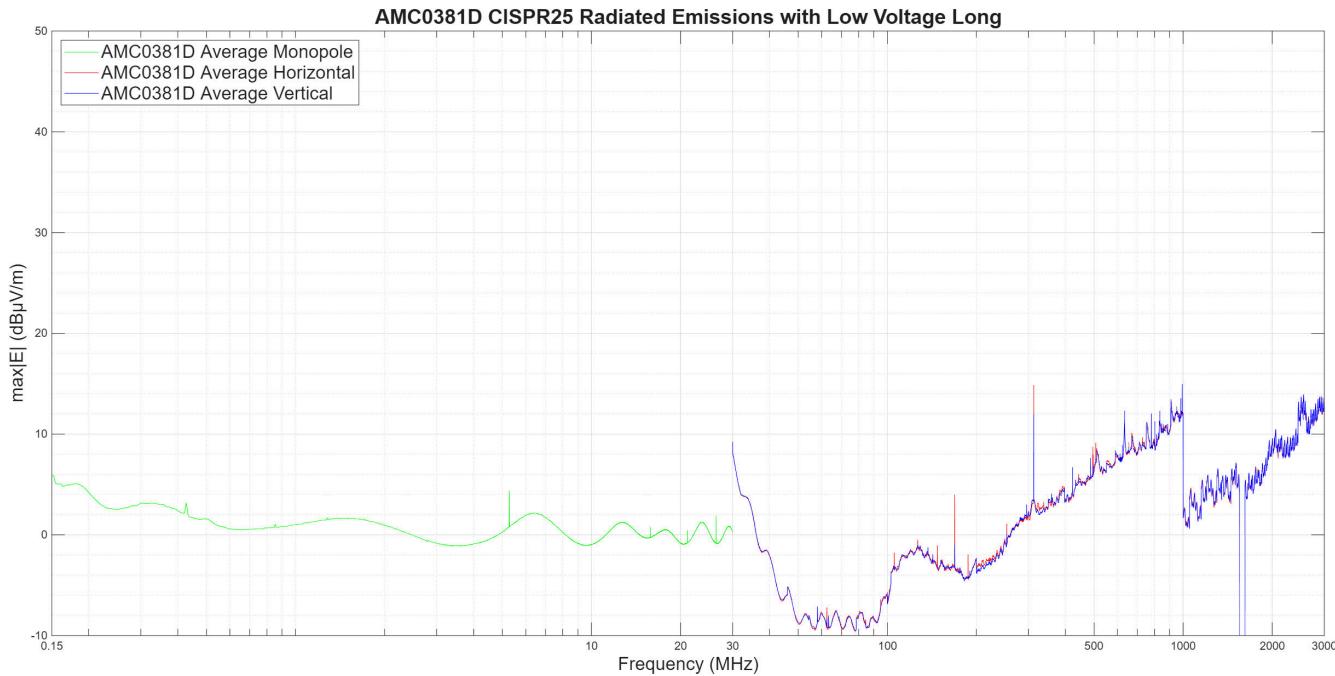


図 2-6. AMC0381D-Q1 の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン

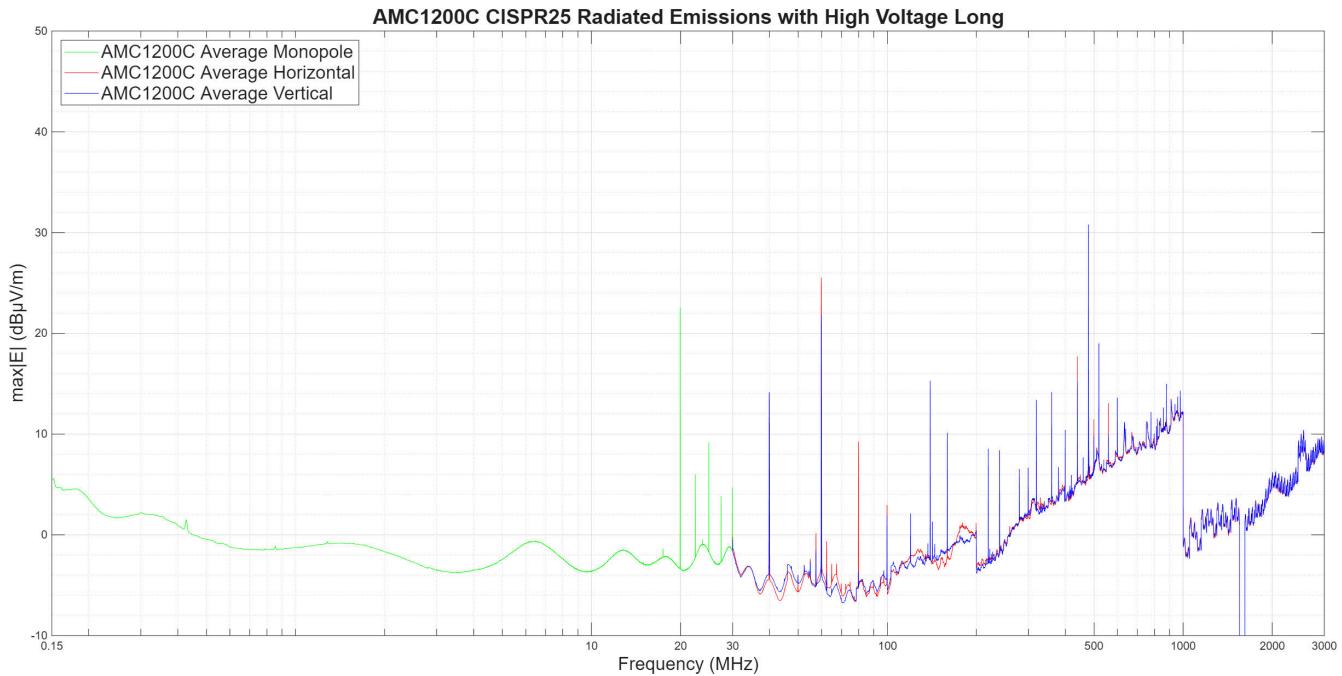


図 2-7. AMC1200C の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

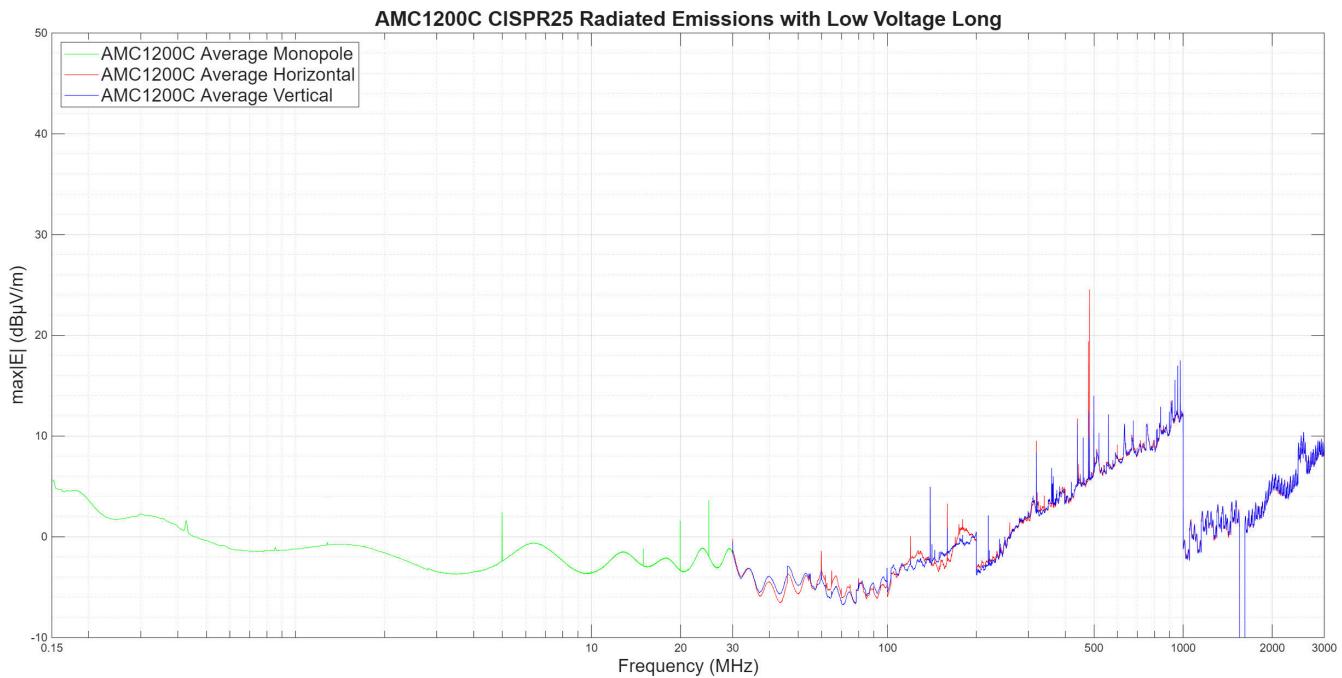


図 2-8. AMC1200C の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン

3 テキサス・インスツルメンツの前世代の絶縁型アンプの放射エミッション性能

前世代の絶縁型アンプには、最適化されたアナログ信号チェーン、絶縁バリアをまたぐエネルギー量のより厳密な管理、OOKデータの送信など、多くの改善が実施されています。以下の図は、[AMC1200BDWV](#)、[AMC1200BDUB](#)、[AMC1400](#)、[AMC1300](#)、[AMC3330](#)、[AMC131M03](#)について、高電圧側が長い場合(1.5mのワイヤに接続)と低電圧側が長い場合のCISPR 25の結果です。

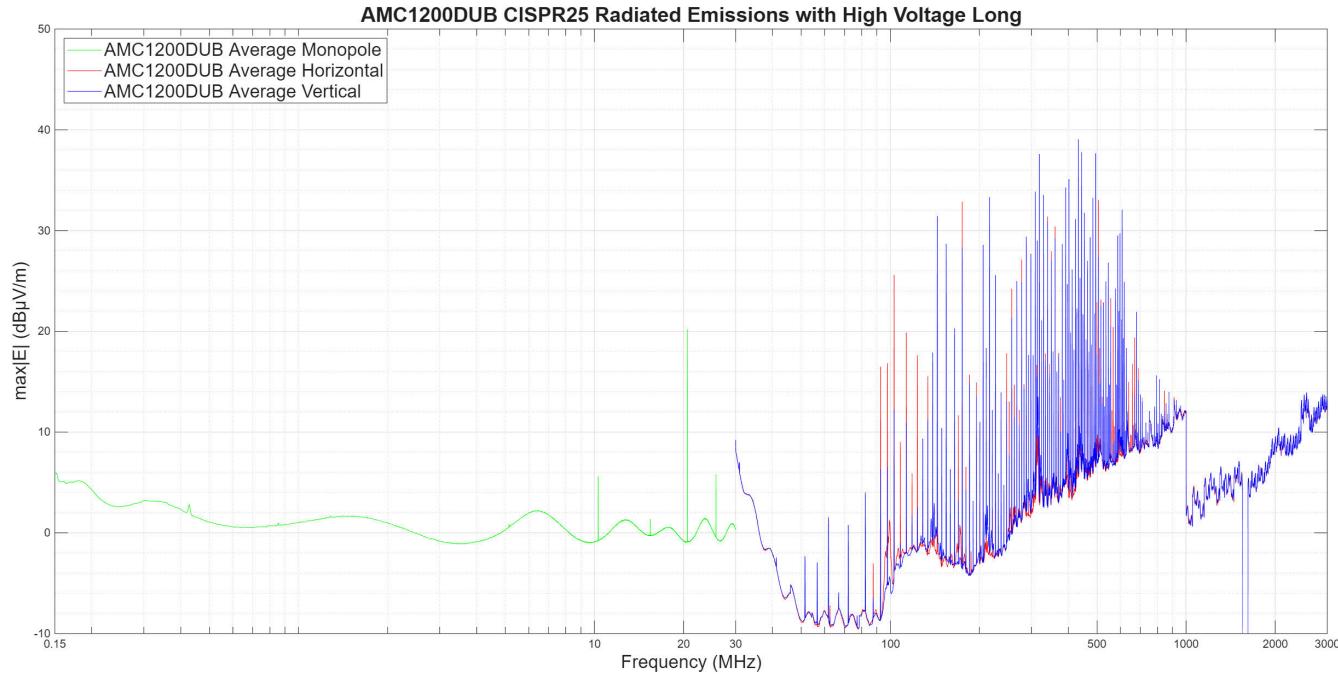


図 3-1. AMC1200DUB の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

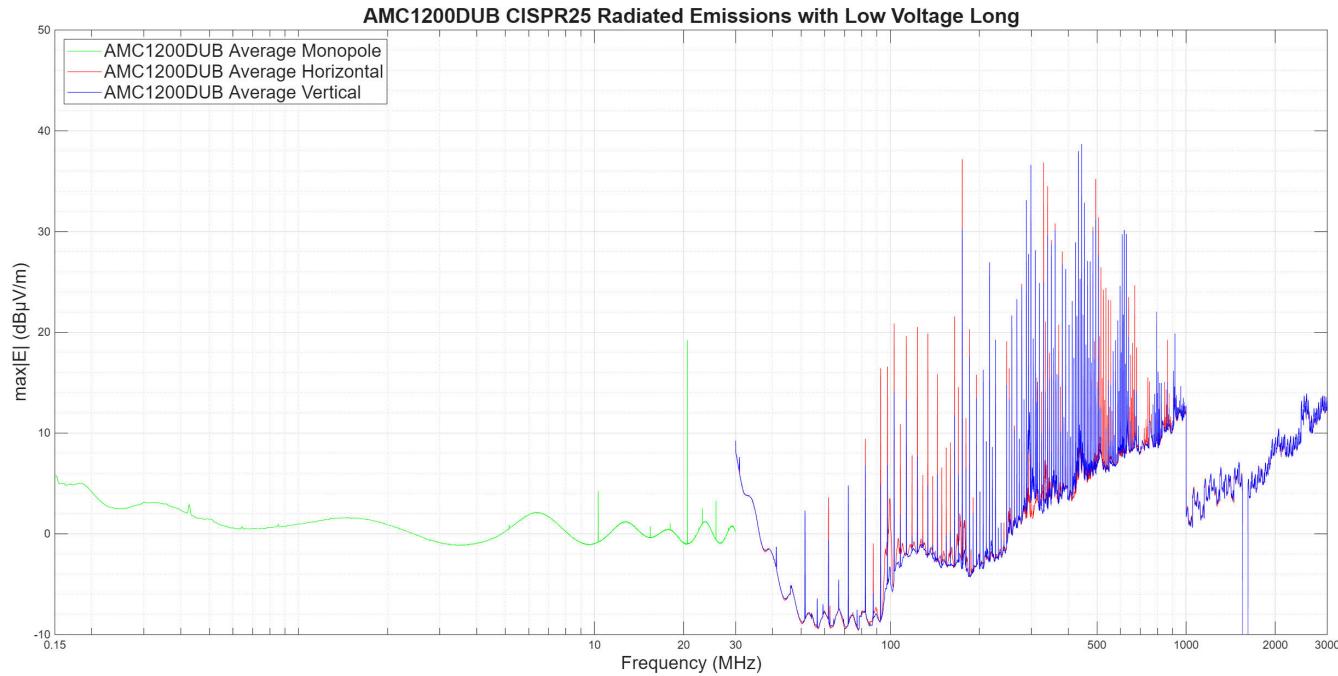


図 3-2. AMC1200DUB の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン

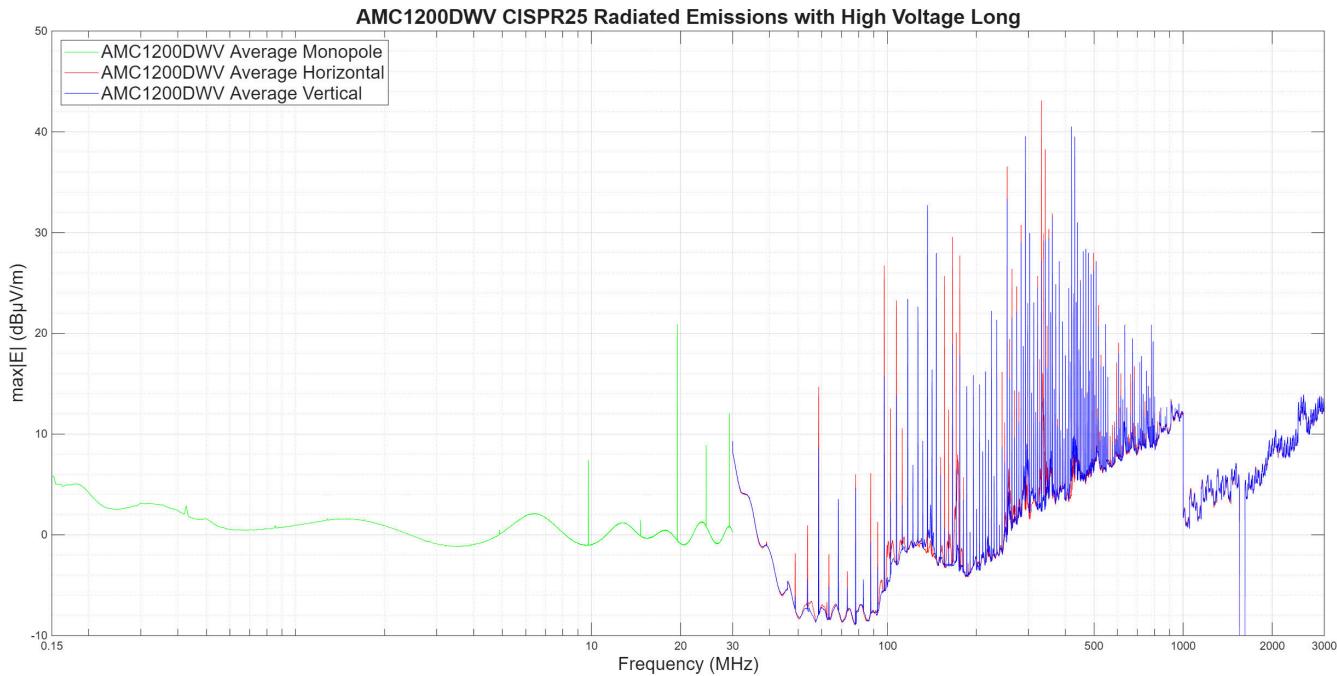


図 3-3. AMC1200DWV の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

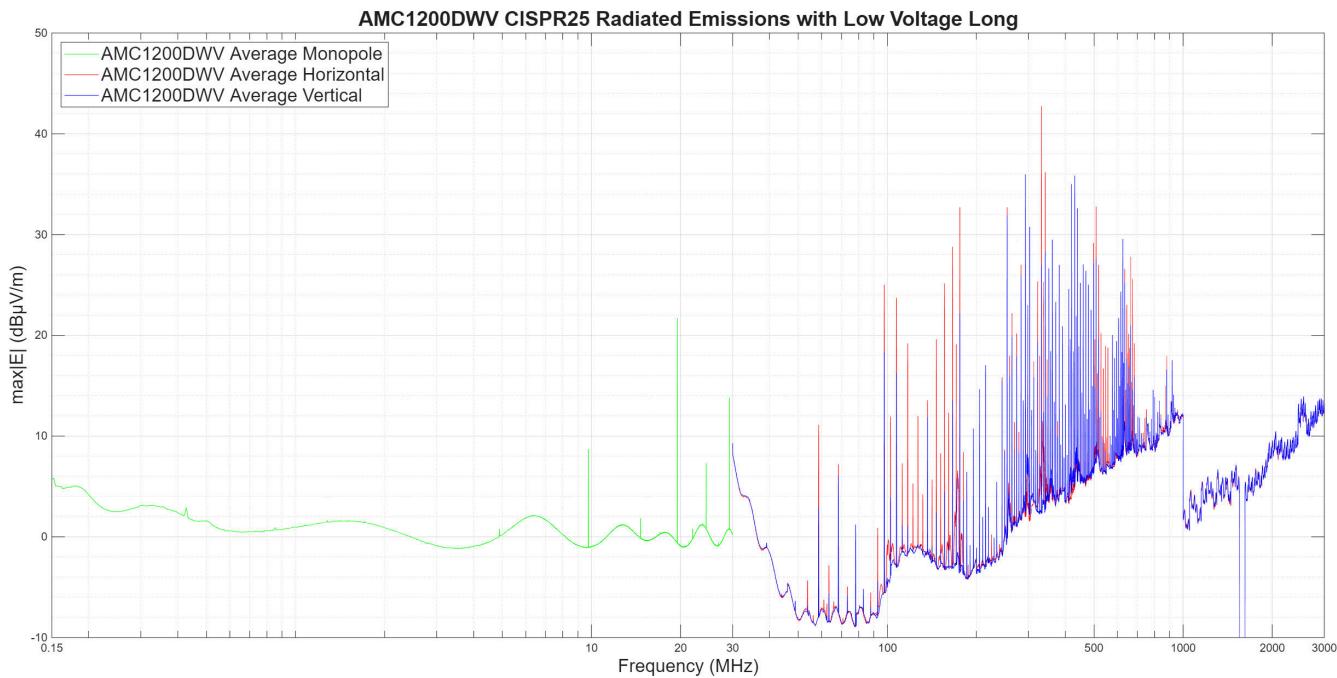


図 3-4. AMC1200DWV の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン

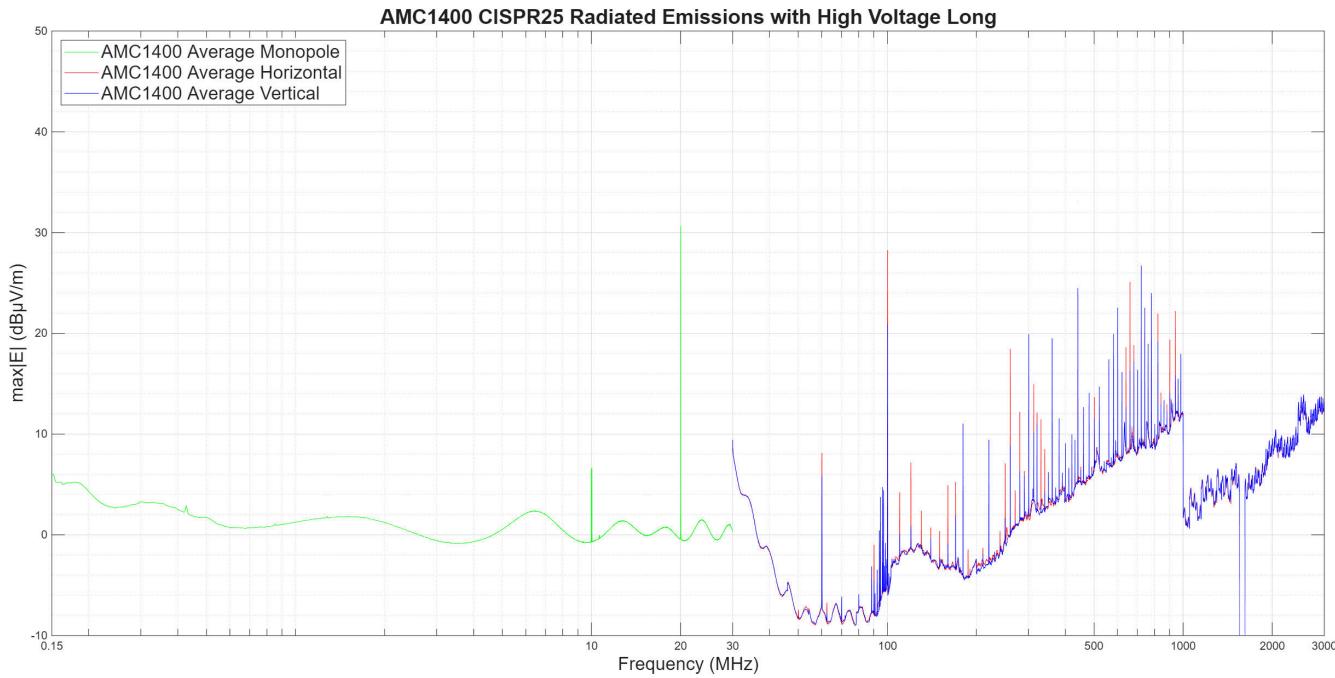


図 3-5. AMC1400 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

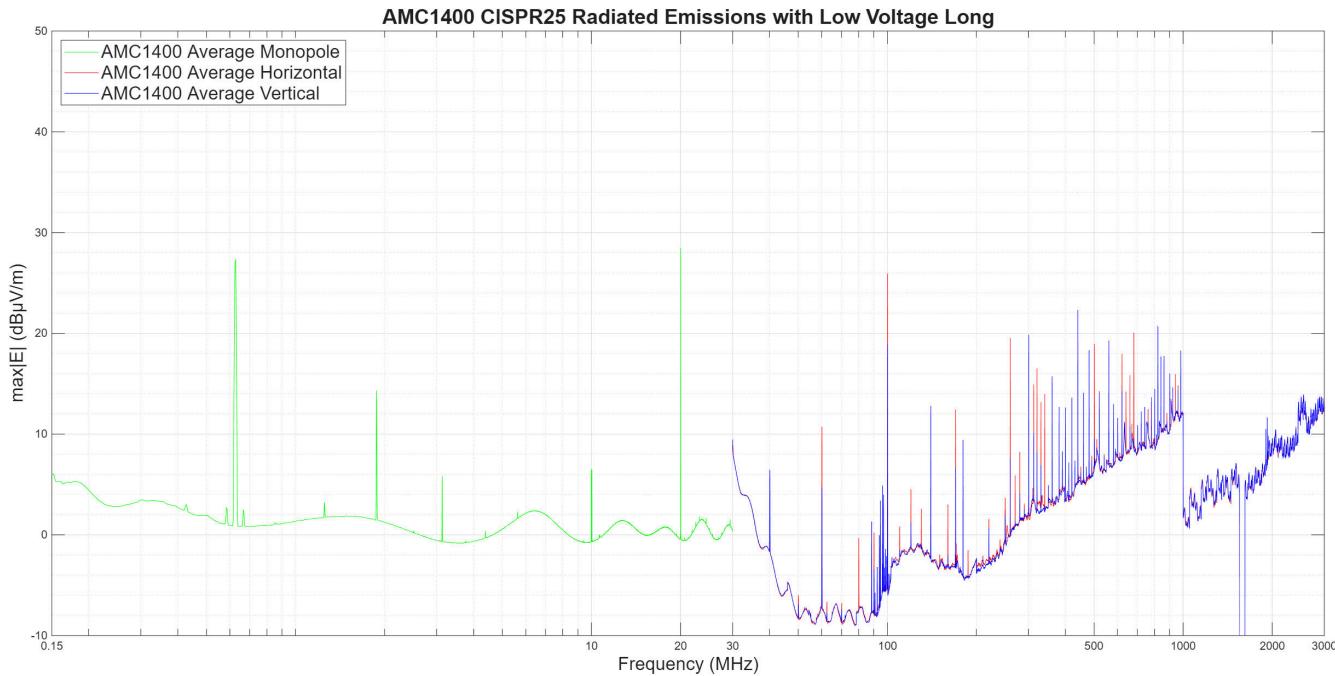


図 3-6. AMC1400 の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン

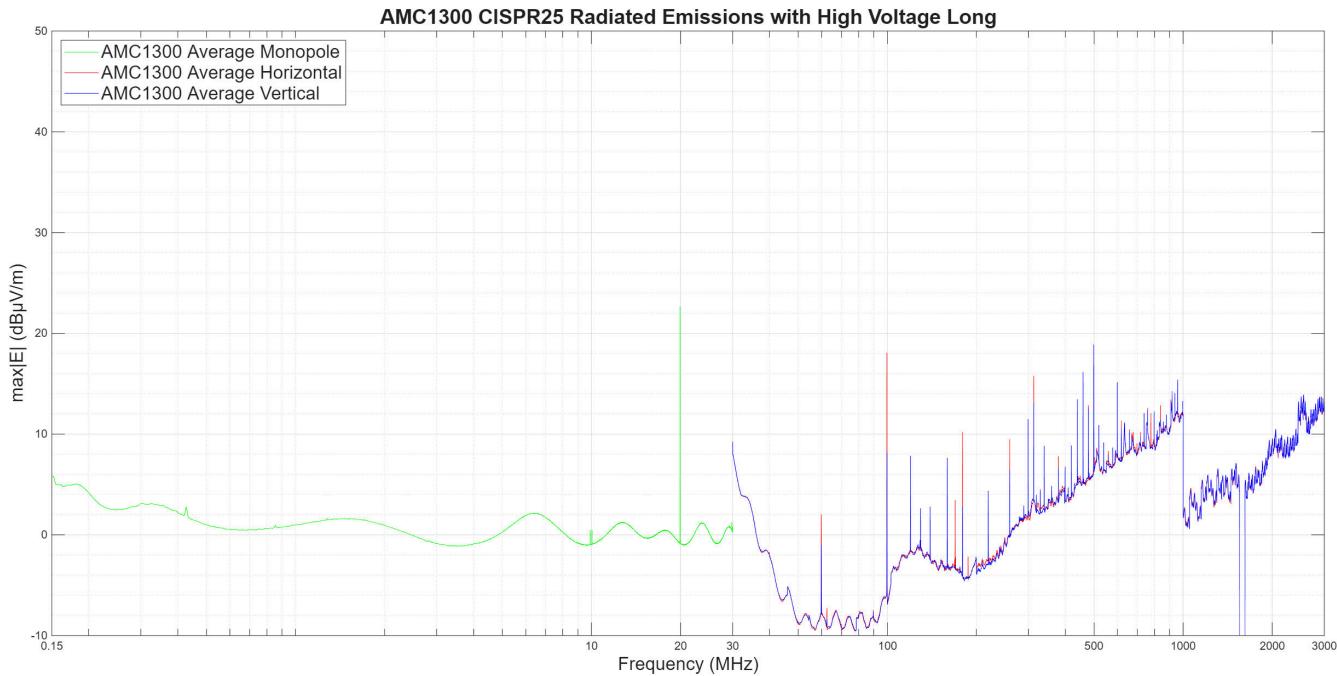


図 3-7. AMC1300 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

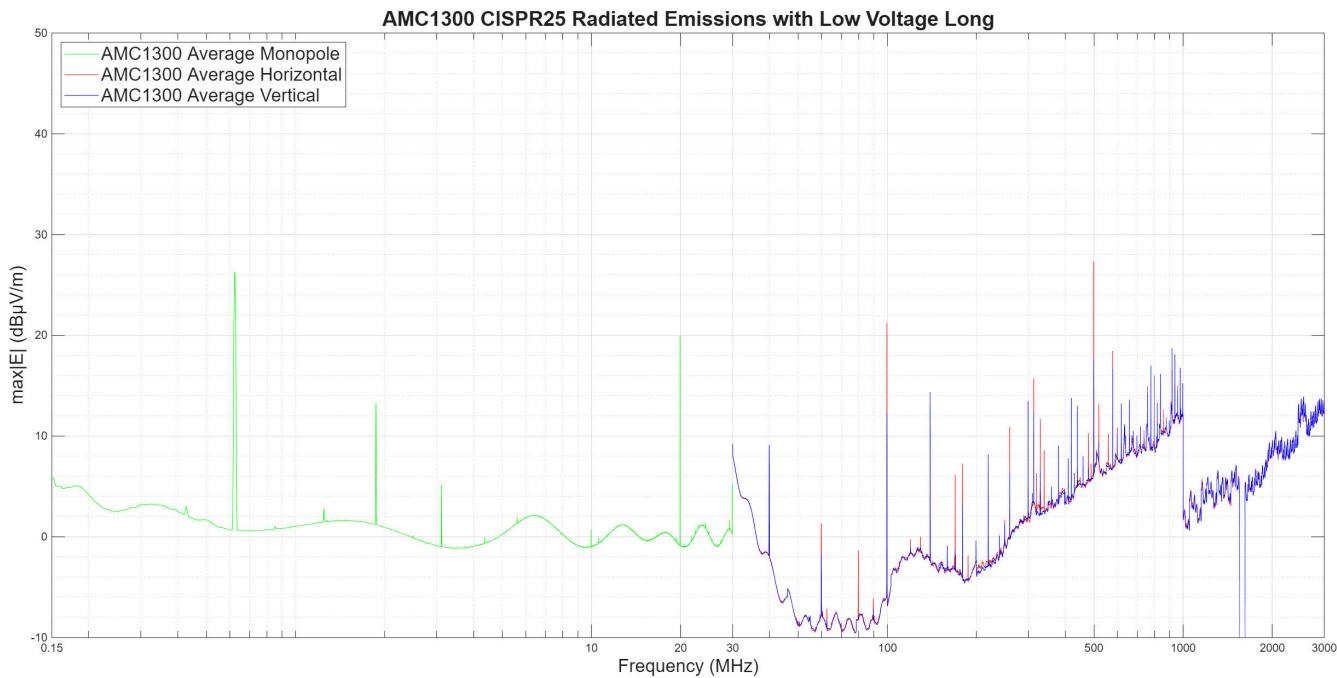


図 3-8. AMC1300 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

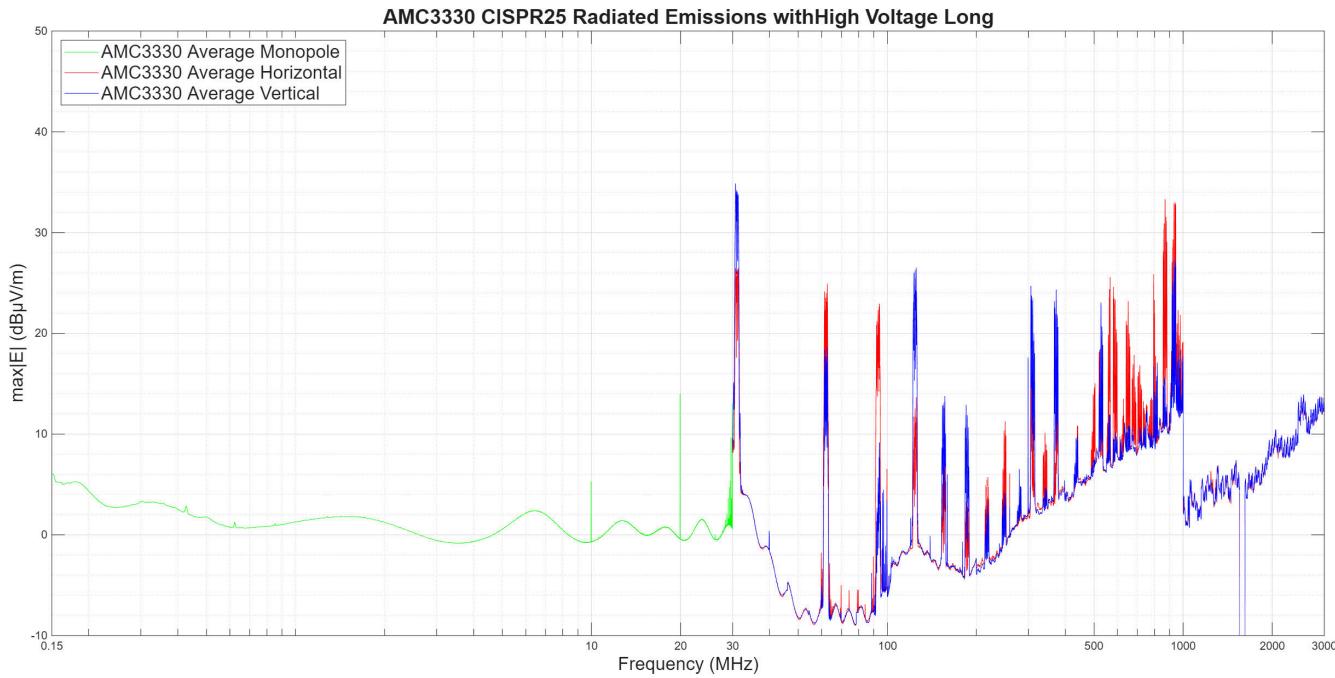


図 3-9. AMC3330 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

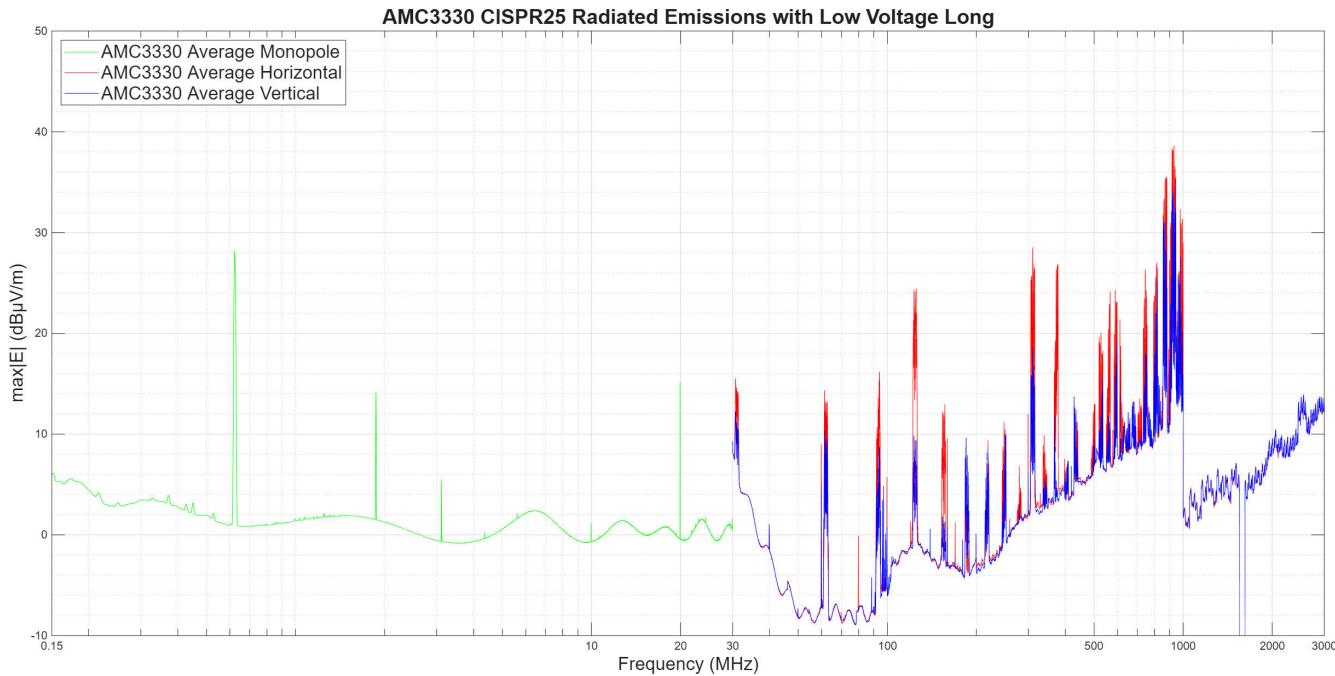


図 3-10. AMC3330 の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン

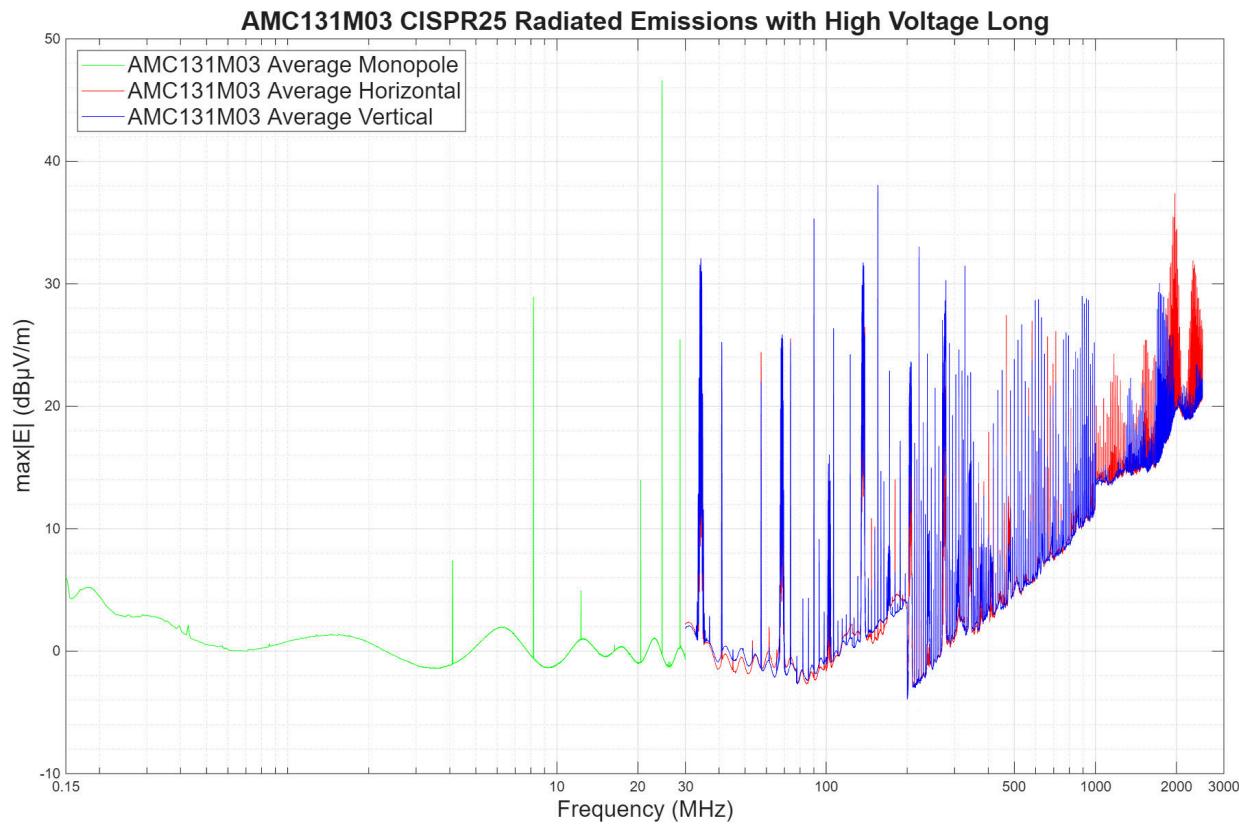


図 3-11. AMC131M03 の CISPR 25 放射エミッション EMI 高電圧長スキャン

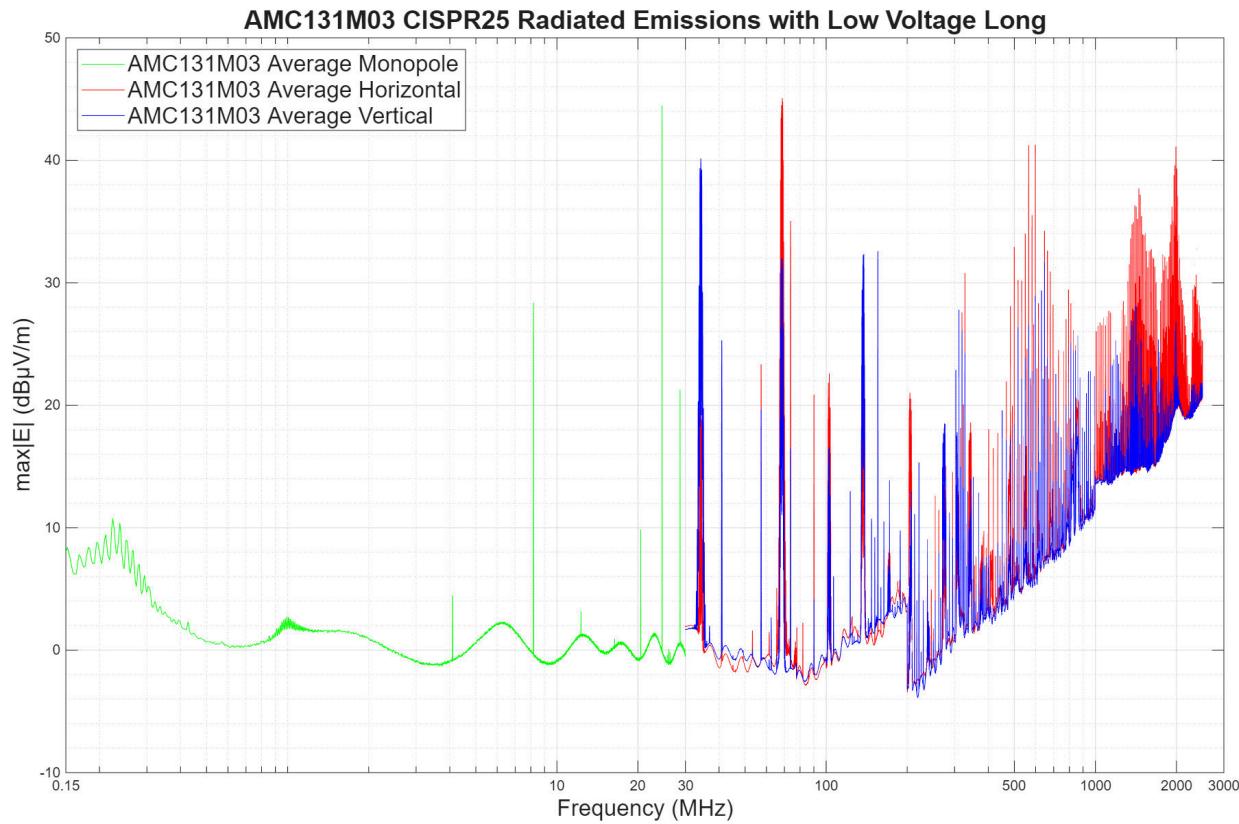


図 3-12. AMC131M03 の CISPR 25 放射エミッション EMI 低電圧長スキャン

4 まとめ

容量性絶縁はここ数年、その長期的な信頼性と強力なアナログ性能により、**絶縁型アンプやデータコンバータ**を必要とする多くのお客様に広く利用されてきました。[AMC0381D-Q1](#)、[AMC0311D-Q1](#)、[AMC1200C](#)、[AMC0300D](#)など、テキサス・インスツルメンツの再設計された絶縁型アンプを使用すれば、容量性絶縁がもたらす高い信頼性と高いアナログ性能、クラス最高の放射エミッション EMI 性能を備えた設計を信頼性の高い方法で実現できます。

5 参考資料

- テキサス・インスツルメンツの、『[デジタルアイソレータにおける電磁適合性試験の理解](#)』、アプリケーションノート。
- テキサス・インスツルメンツの、『[電源の伝導 EMI 仕様の概要](#)』、アプリケーションノート。
- テキサス・インスツルメンツの、『[AMC3301 ファミリの放射エミッション EMI を減衰させるためのベストプラクティス](#)』、アプリケーションノート。

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默示保証、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、明示的または默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 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

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默示保証、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、明示的または默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、(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 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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月