

Application Note

CDC6C CISPR-25 EMI レポート



Cris Kobierowski, Sandra Saba

Clocks and Timing Solutions

概要

このアプリケーション ノートは、CDC6C における電磁妨害 (EMI) の懸念を軽減することを目的としており、スルー レートが EMI 性能にどのように影響するかを示します。

目次

1 はじめに.....	2
2 テスト設定.....	3
2.1 基板バリエーションの概要表.....	3
2.2 回路図.....	3
2.3 レイアウト.....	3
2.4 スタックアップ.....	4
3 CISPR-25.....	5
3.1 CISPR-25 の要約.....	7
3.2 CISPR-25 の結果.....	8
4 まとめ.....	18
4.1 CISPR-25.....	18
5 参考資料.....	19

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

EMI とは、外部からの影響によって電気回路に生じる、望ましくない干渉のことです。EMI は、伝導型と放射型に分類できます。伝導型 EMI は、寄生インピーダンスや電源、グラウンド接続によって生じる導通結合の一種です。放射型 EMI は、無線送信からの不要な信号のカップリングです。このテストレポートでは、CDC6C からの放射型 EMI の放射に注目しています。

CDC6C デバイスは、共振器源として BAW を組み込んだ低ジッタ、低消費電力の固定周波数発振器です。本デバイスは、特定の周波数および機能ピンに合わせて工場出荷時にプログラム済みです。周波数制御ロジックと出力周波数分周器を備えた CDC6C は、最大 200MHz までの任意の周波数を生成でき、あらゆる周波数ニーズに対応する単一デバイスファミリを実現します。CDC6C には BAW 技術が採用されているため、水晶発振器に比べて柔軟性およびクロックの安定性が向上します(表 1-1)。

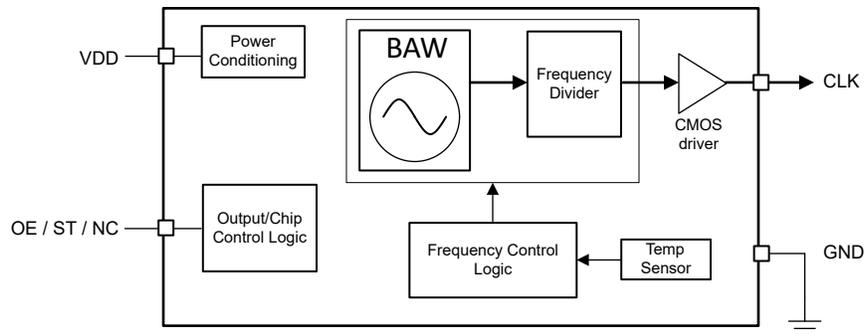


図 1-1. CDC6C のブロック図

表 1-1. BAW 発振器と水晶発振器の比較

パラメータ	BAW テクノロジー	水晶発振器テクノロジー
周波数の柔軟性	BAW 発振器デバイスは、単一ダイで複数の周波数をサポートします	周波数の制約。周波数が異なると、異なる水晶が必要です。
温度安定性	40°C から 105°C までの範囲で、BAW は $\pm 10\text{ppm}$	温度が上昇するにつれて、安定性の ppm 値も増加します。
振動感度	BAW は MIL_STF_883F メソッド 2002 の条件に適合 (通常は 1ppb/g)	通常は MIL-STD に不合格 10ppb/g を超える場合がある
機械的衝撃	BAW は MIL_STD_883F 方式 2007 の条件 B に適合	通常は MIL-STD に不合格 2.000g で故障する可能性

このアプリケーション ノートは、CDC6C の EMI に関する問題を軽減し、EMI 性能を向上させるためにさまざまなデバイス設定を紹介します。

2 テスト設定

このアプリケーション ノートでは、以下のテスト設定を中心に説明します。

1. 25MHz の LVCMOS 出力を持つ CDC6C 発振器
2. CDC6C の電力は 3.3V 電源電圧です
3. CDC6C は DLE または DLY パッケージです(表 2-1 を参照)
4. CDC6C はスロー モード 2 にプログラムされています
5. CDC6C は即時終端 (パターン長 55mil) で配線されます
6. CDC6C は、スロー モード 2 で $C_L = 5\text{pF}$ で終端します (*CDC6Cx 低消費電力 LVCMOS 出力 BAW 発振器データシート*で推奨)

すべての基板は、CISPR-25 に基づき、テキサス・インスツルメンツの事前準拠の EMI チャンバ設定でテストされました。

2.1 基板バリエーションの概要表

表 2-1. 基板バリエーションの概要表

基板のバリエーション	デバイス	周波数	パッケージ	スロー モード	終端
1	CDC6C	25MHz	DLE	2	5pF
2	CDC6C	25MHz	DLY	2	5pF

2.2 回路図

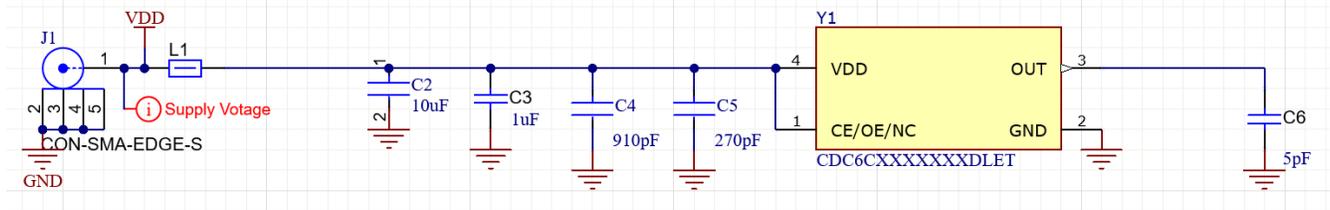


図 2-1. CDC6C の基板回路図

2.3 レイアウト

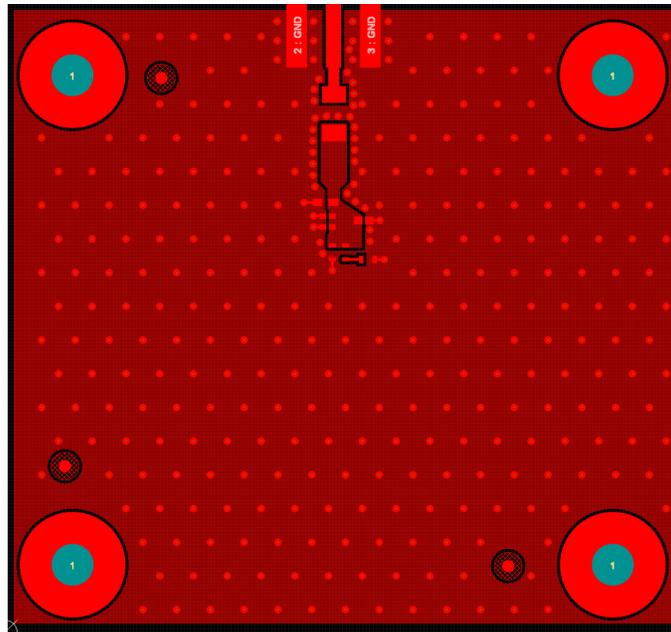


図 2-2. CDC6C の上層レイアウト

2.4 スタックアップ

#	Name	Material	Type	Weight	Thickness	Dk
	Top Overlay		Overlay			
	Top Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5
1	Top Layer		Signal	1oz	1.4mil	
	Dielectric 1	FR-4 High Tg	Prepreg		6mil	4.2
2	Signal Layer 1		Signal	1oz	1.4mil	
	Dielectric 2	FR-4 High Tg	Core		42mil	4.2
3	Signal Layer 2		Signal	1oz	1.4mil	
	Dielectric 3	FR-4 High Tg	Prepreg		6mil	4.2
4	Bottom Layer		Signal	1oz	1.4mil	
	Bottom Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5
	Bottom Overlay		Overlay			

図 2-3. CDC6C テスト ボードのスタックアップ

3 CISPR-25

CISPR-25 は EMI の車載規格です。150kHz~6GHz の範囲に対応するために、4 つの個別アンテナが使用されます。

表 3-1. CISPR-25 アンテナ周波数範囲

アンテナ	周波数範囲
モノポール	150kHz~30MHz
バイコンカル	30MHz~200MHz
対数周期	200MHz~1GHz
ホーン	1GHz~6GHz

EMI スプリアスは dBuV/m 単位で測定されます。アンテナは、電源ラインの中心から 1m の距離に設定したときに使用します。

CISPR-25 の規格では、認証クラスによって制限値が定められており、クラス 1 が最も緩く、クラス 5 が最も厳しくなっています。本試験報告書に記載されているすべての制限値は、クラス 5 に基づいています。

許容される EMI の最大影響に関する制限値は、各周波数帯ごとに個別に定められています。たとえば、TV バンド 1 ではクラス 5 の最大ピーク制限値が 34dBuV/m であり、アナログ UHF ではクラス 5 の最大ピーク制限値が 38dBuV/m となっています。

グラウンド プレーンは導電性テーブルとシステムの間で共有されます。

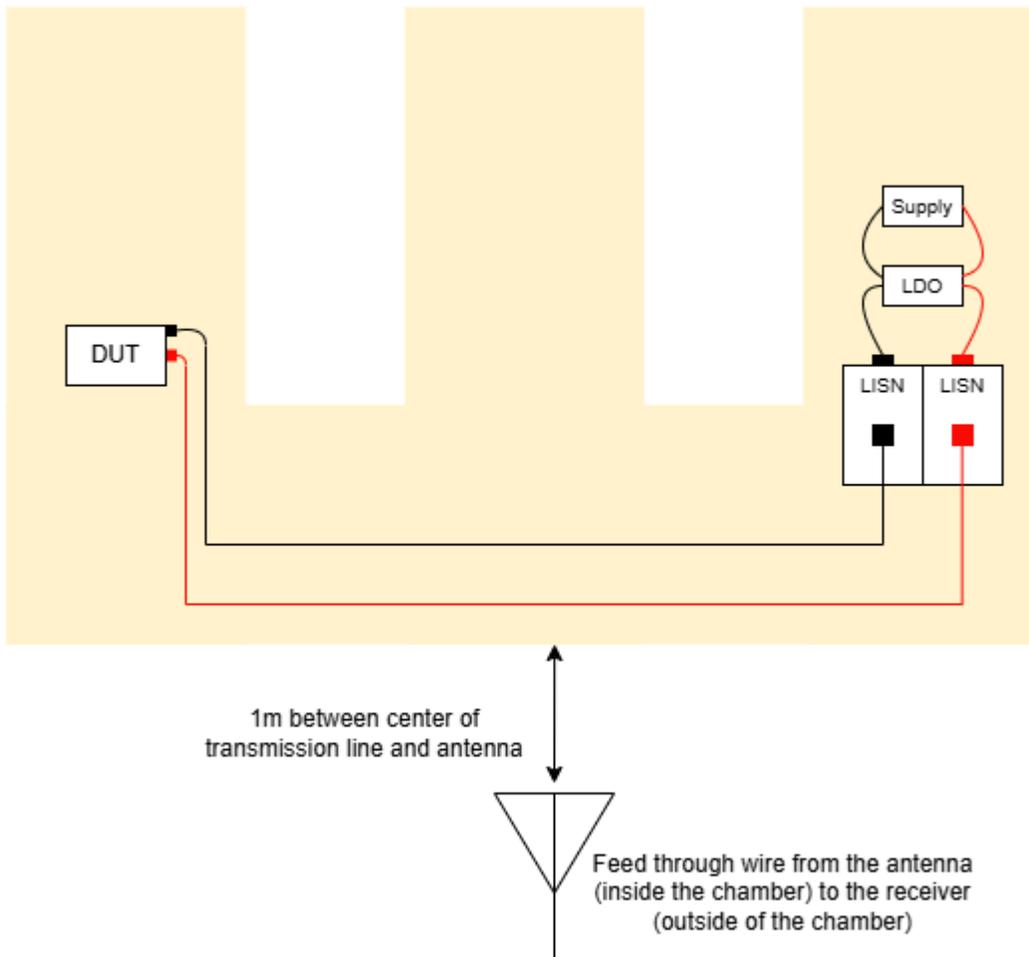


図 3-1. CISPR 設定図



図 3-2. CISPR-25 チャンバの設定

3.1 CISPR-25 の要約

3.3V 動作時、CDC6C は BDS、GPS L1、および GLONASS L1 を除くすべての周波数帯で CISPR-25 クラス 5 に適合し、クラス 4 に適合します。最高の性能を実現するには、DLY パッケージ、スルーレート制御の使用、より低い電源電圧をお勧めします。

			CISPR-25 Radiation Limits (ALSE method) [dBµV/m]						3.3V			
			Class 5			Class 4			Passing Class for CISPR-25		Significant Spurs [dBµV/m]	
Service/Band	Frequency (MHz)	Antenna	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	Var1 DLE SM2	Var2 DLY SM2	Var1 DLE SM2	Var2 DLY SM2
Analogue broadcast services												
LW	0.15 to 0.3	Monopole	46	33	26	56	43	36	Class 5	Class 5		
MW	0.53 to 1.8	Monopole	40	27	20	48	35	28	Class 5	Class 5		
SW	5.9 to 6.2	Monopole	40	27	20	46	33	26	Class 5	Class 5		
FM	76 to 108	Bi-conical	38	25	18	44	31	24	Class 5	Class 5		
TV Band I	41 to 88	Bi-conical	28	-	18	34	-	24	Class 5	Class 5		
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	20	-	10	26	-	16	Class 4	Class 5	175 MHz: AVG = 4.45 225 MHz: AVG = 12.3	175 MHz: AVG = 6.25 225 MHz: AVG = 7.4
TV Band IV	470 to 944	Log-Periodic	41	-	31	47	-	37	Class 5	Class 5	500 MHz: AVG = 8.93 550 MHz: AVG = 13.83	500 MHz: AVG = 7.64 550 MHz: AVG = 8.13
Digital broadcast services												
DAB III	171 to 245	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	Class 5	Class 5	175 MHz: AVG = 4.45 225 MHz: AVG = 12.3	175 MHz: AVG = 6.25 225 MHz: AVG = 7.4
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	Class 5	Class 5	175 MHz: AVG = 4.45 225 MHz: AVG = 12.3	175 MHz: AVG = 6.25 225 MHz: AVG = 7.4
DTTV	470 to 770	Log-Periodic	46	-	36	52	-	42	Class 5	Class 5	500 MHz: AVG = 8.93 550 MHz: AVG = 13.83	500 MHz: AVG = 7.64 550 MHz: AVG = 8.13
DAB L Band	447 to 1,494	LPA/Horn	54	-	44	60	-	50	Class 5	Class 5	450 MHz: AVG = 13.54 1475 MHz: AVG = 10.17	450 MHz: AVG = 11.53 1475 MHz: AVG = 9.19
SDARS	320 to 2,345	LPA/Horn	58	-	48	64	-	54	Class 5	Class 5	350 MHz: AVG = 13.61 2325 MHz: AVG = 15.77	350 MHz: AVG = 15.54 2325 MHz: AVG = 12.98
Mobile services												
CB	26 to 28	Monopole	40	27	20	46	33	26	Class 5	Class 5	25 MHz: AVG = 12.26	25 MHz: AVG = 5.66
VHF	30 to 54	Bi-conical	40	27	20	46	33	26	Class 5	Class 5		
VHF	68 to 87	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	Class 5	Class 5		
VHF	142 to 175	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	Class 5	Class 5	150 MHz: AVG = 3.74 175 MHz: AVG = 4.45 450 MHz: AVG = 13.54	150 MHz: AVG = 1.07 175 MHz: AVG = 6.25 450 MHz: AVG = 11.53
Analogue UHF	380 to 512	Log-Periodic	38	25	18	44	31	24	Class 5	Class 5	500 MHz: AVG = 8.93	500 MHz: AVG = 7.64
RKE & TPMS 1	300 to 330	Log-Periodic	32	-	18	38	-	24	Class 5	Class 5		
RKE & TPMS 2	420 to 450	Log-Periodic	32	-	18	38	-	24	Class 5	Class 5	450 MHz: AVG = 13.54	450 MHz: AVG = 11.53
Analogue UHF	820 to 960	Log-Periodic	44	31	24	50	37	30	Class 5	Class 5		
GPS L5	1,156.45 to 1,196.45	Horn	-	-	20	-	-	26	Class 5	Class 5	1175 MHz: AVG = 7.76	1175 MHz: AVG = 6.5
BDS, B1I	1,553.098 to 1,569.098	Horn	-	-	5.5	-	-	11.5	Class 4	Class 4	1558.8 MHz: AVG = 10.21	1558.8 MHz: AVG = 9.3
GPS L1	1,567.42 to 1,583.42	Horn	-	-	10	-	-	16	Class 4-5	Class 4-5	1575 MHz: AVG = 10.75	1575 MHz: AVG = 10.19
GLONASS L1	1,590.781 to 1,616.594	Horn	-	-	10	-	-	16	Class 4-5	Class 4-5	1615 MHz: AVG = 10.27	1600 MHz: AVG = 9.39
Wi-Fi / Bluetooth	2,402 to 2,494	Horn	52	-	32	58	-	38	Class 5	Class 5	2475 MHz: AVG = 17.3	2475 MHz: AVG = 17.66
Wi-Fi	5,150 to 5,350	Horn	59	-	39	65	-	45	Class 5	Class 5	5335 MHz: AVG = 21.58	5335 MHz: AVG = 21.64
Wi-Fi	5,470 to 5,725	Horn	59	-	39	65	-	45	Class 5	Class 5	5475 MHz: AVG = 21.84	5475 MHz: AVG = 21.88
V2X (Wi-Fi)	5,850 to 5,925	Horn	84	-	64	90	-	70	Class 5	Class 5	5894 MHz: AVG = 20.37	5900 MHz: AVG = 20.66

図 3-3. CISPR-25-3.3V 電源 - 概要表

3.2 CISPR-25 の結果

注

スペクトル概要プロットは、特に指定がない限り、水平および垂直の測定結果の両方を示しています。

3.2.1 モノポール

表 3-2. 基板バリエーションの概要表

基板のバリエーション	デバイス	周波数	パッケージ	スロー モード	終端
1	CDC6C	25MHz	DLE	2	5pF
2	CDC6C	25MHz	DLY	2	5pF

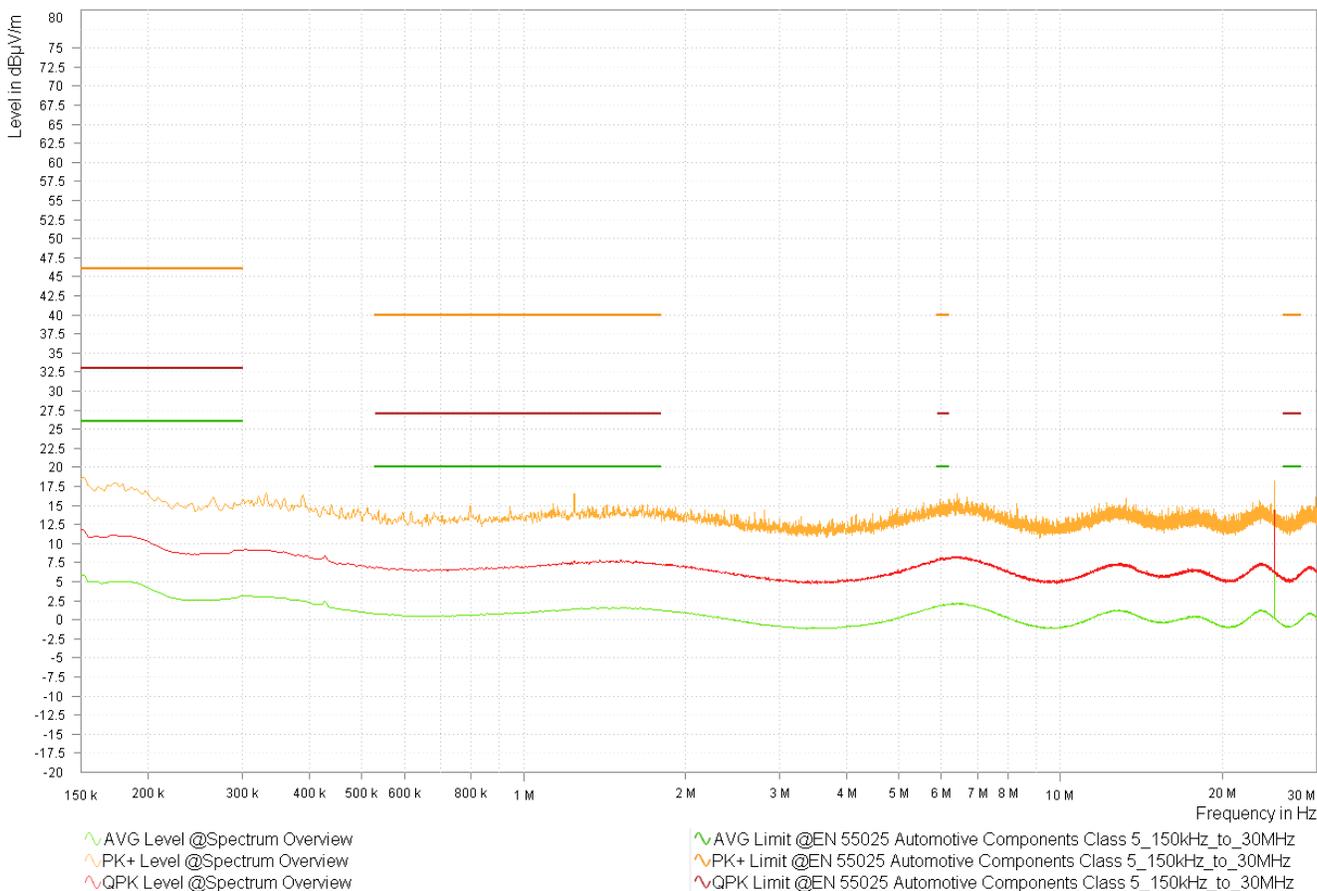


図 3-4. バリエーション 1 DLE - 3.3V - スペクトル概要 - モノポール

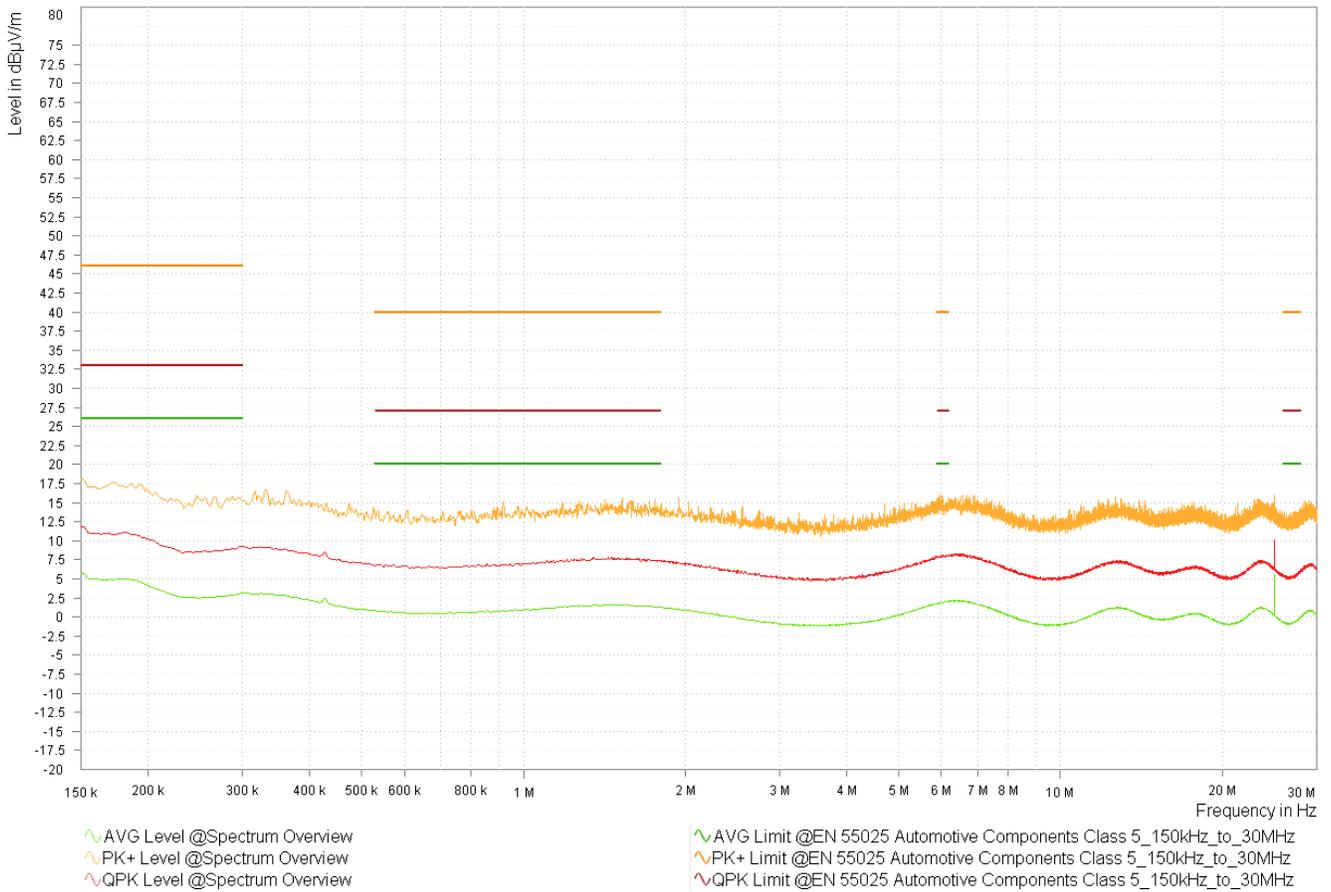


図 3-5. バリエント 2 DLY - 3.3V - スペクトル概要 - モノポール

3.2.2 バイコンカル

表 3-3. 基板バリエーションの概要表

基板のバリエーション	デバイス	周波数	パッケージ	スロー モード	終端
1	CDC6C	25MHz	DLE	2	5pF
2	CDC6C	25MHz	DLY	2	5pF

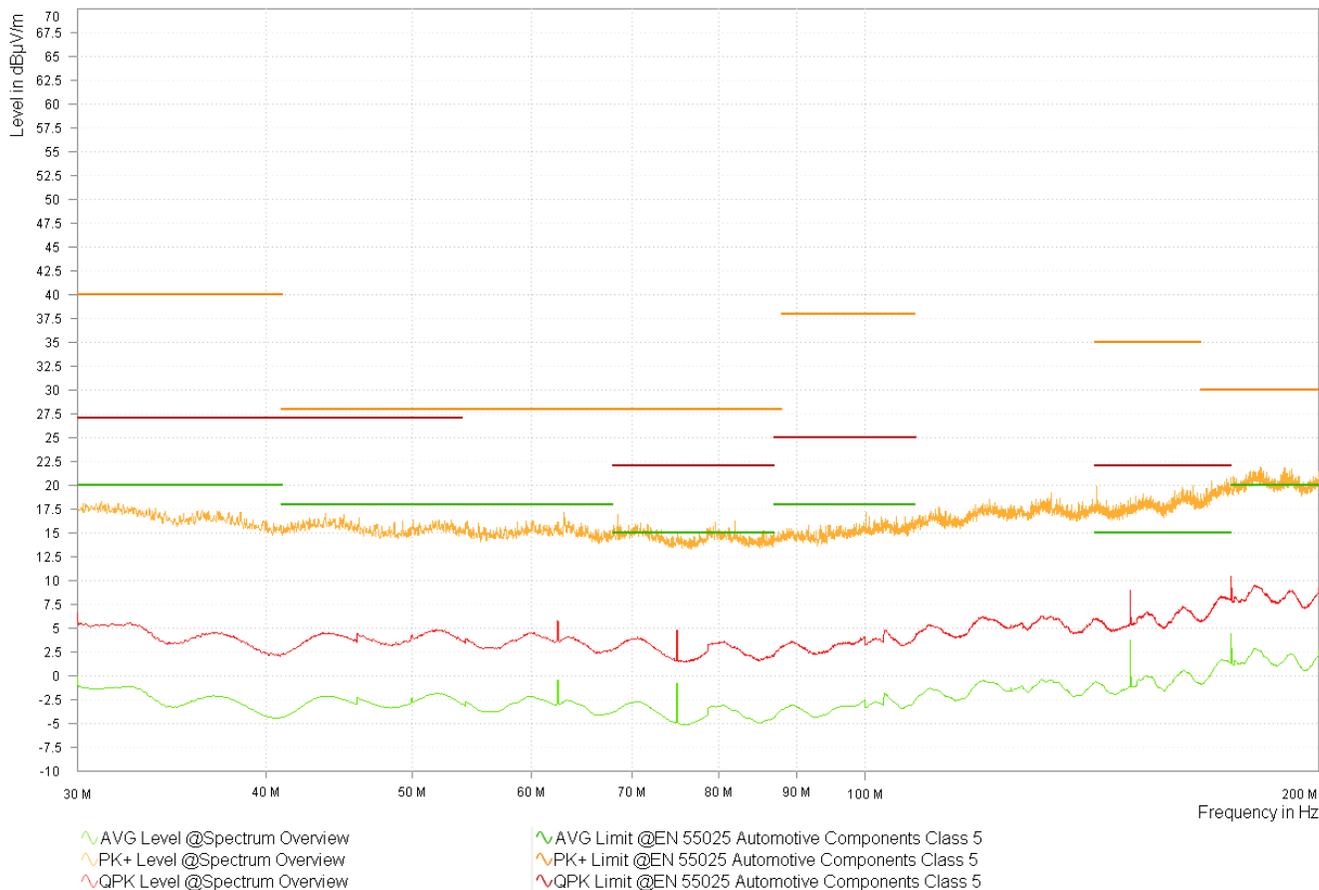


図 3-6. バリエーション 1 DLE - 3.3V - スペクトラム概要 - バイコンカル

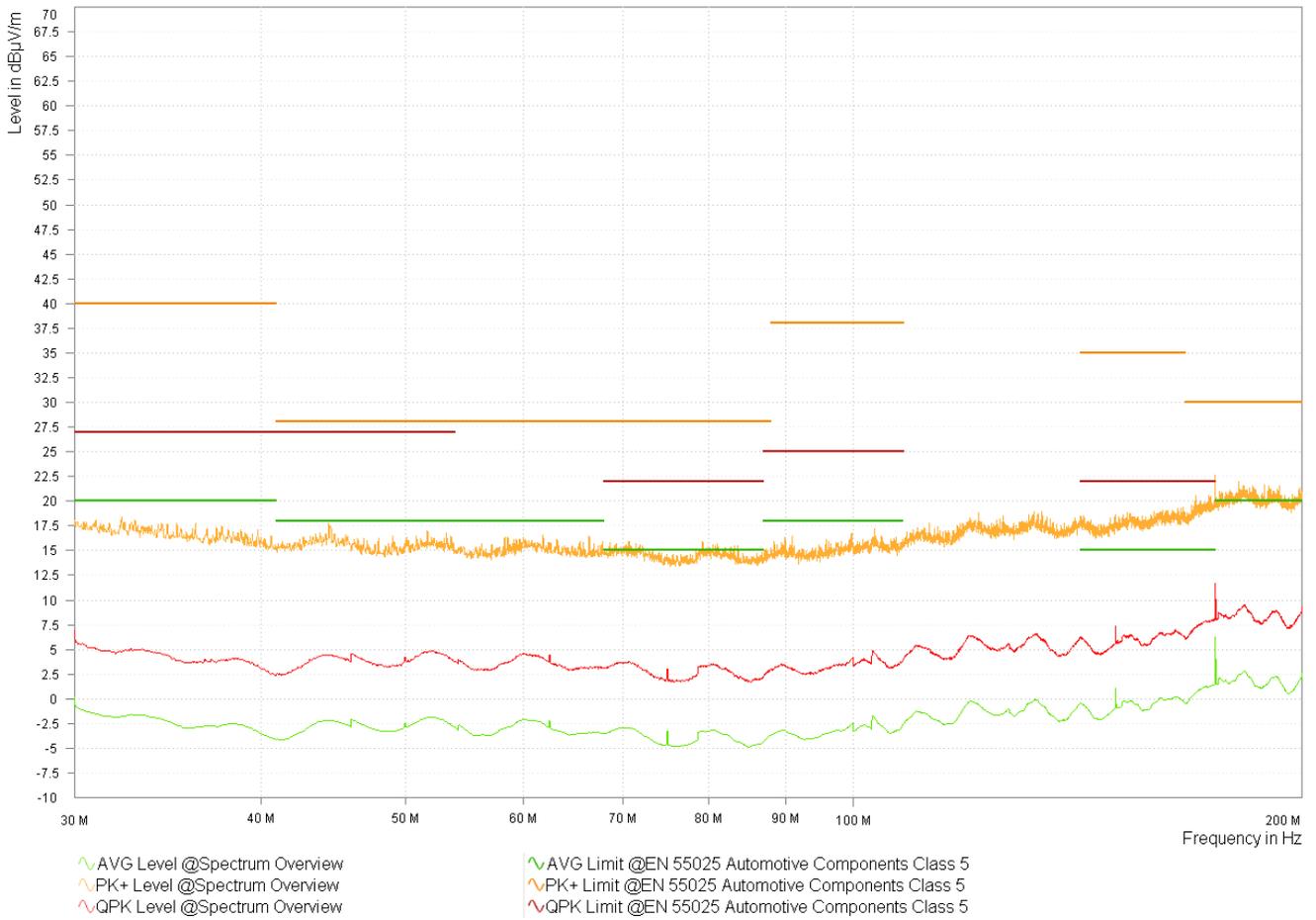


図 3-7. バリエーション 2 DLY - 3.3V - スペクトラム概要 - バイコニカル

3.2.3 対数周期

表 3-4. 基板バリエーションの概要表

基板のバリエーション	デバイス	周波数	パッケージ	スロー モード	終端
1	CDC6C	25MHz	DLE	2	5pF
2	CDC6C	25MHz	DLY	2	5pF

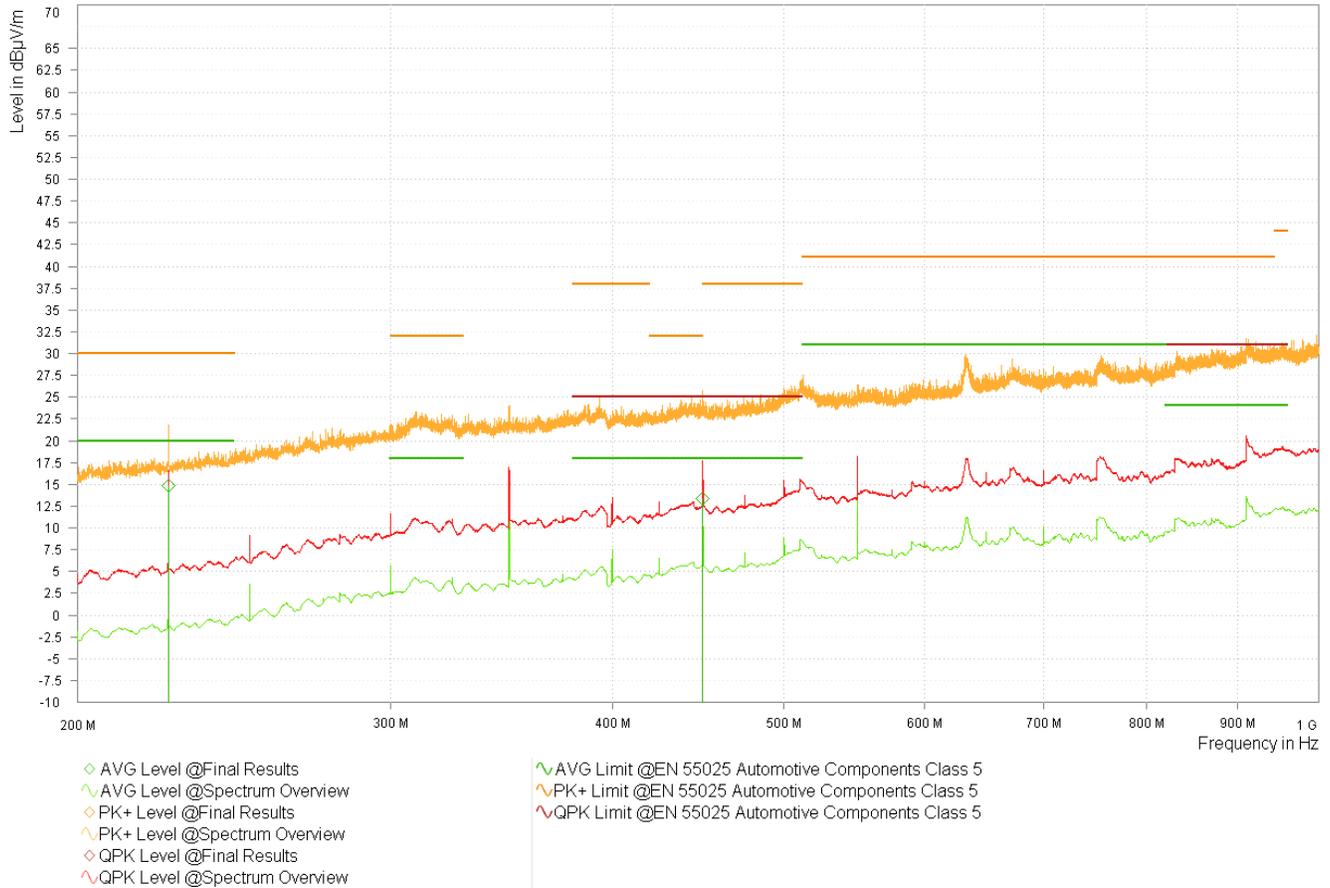


図 3-8. バリエーション 1 DLE - 3.3V - スペクトラムの概要 - 対数周期

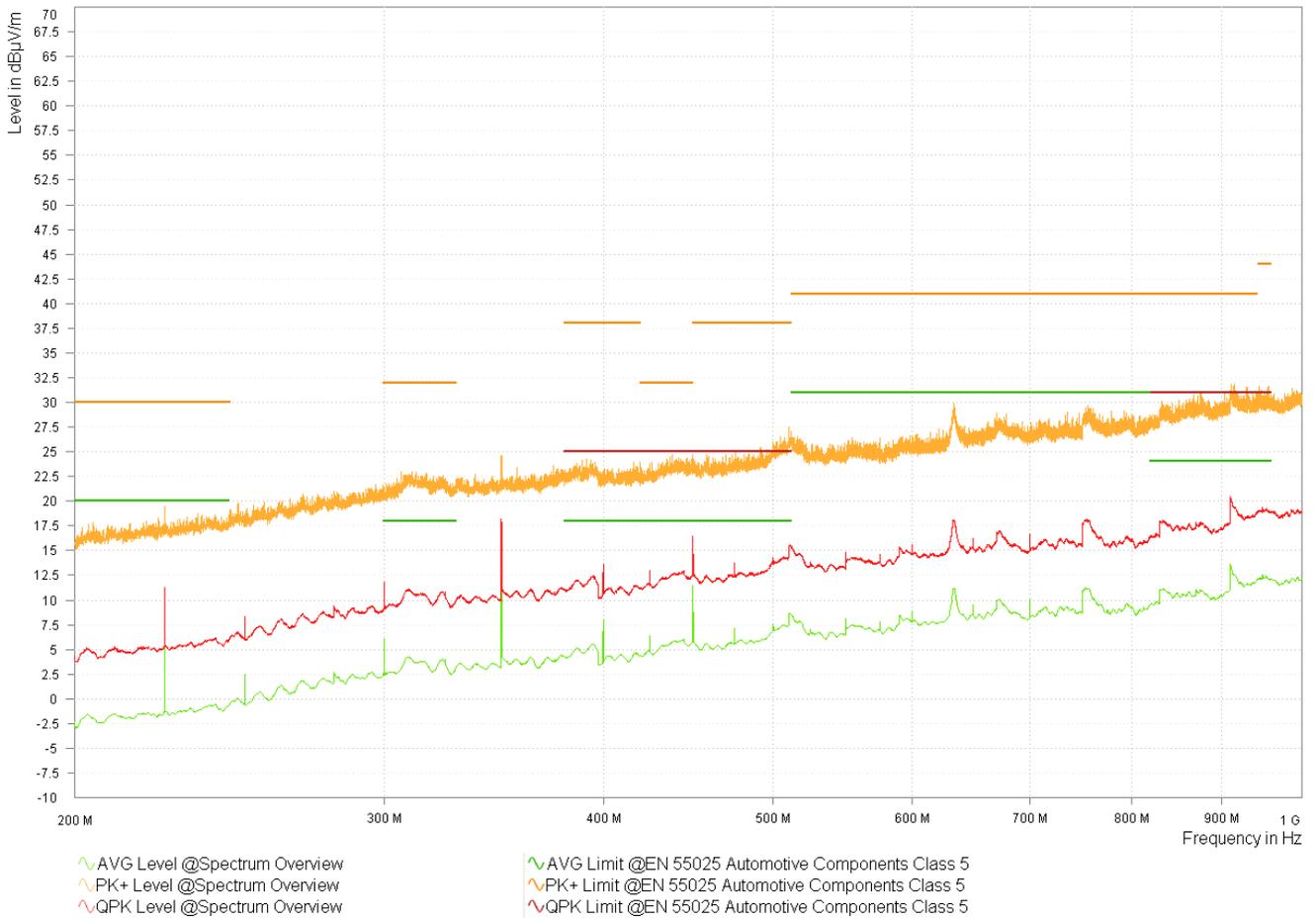


図 3-9. バリエント 2 DLY - 3.3V - スペクトラムの概要 - 対数周期

3.2.4 ホーン

表 3-5. 基板バリエーションの概要表

基板のバリエーション	デバイス	周波数	パッケージ	スロー モード	終端
1	CDC6C	25MHz	DLE	2	5pF
2	CDC6C	25MHz	DLY	2	5pF

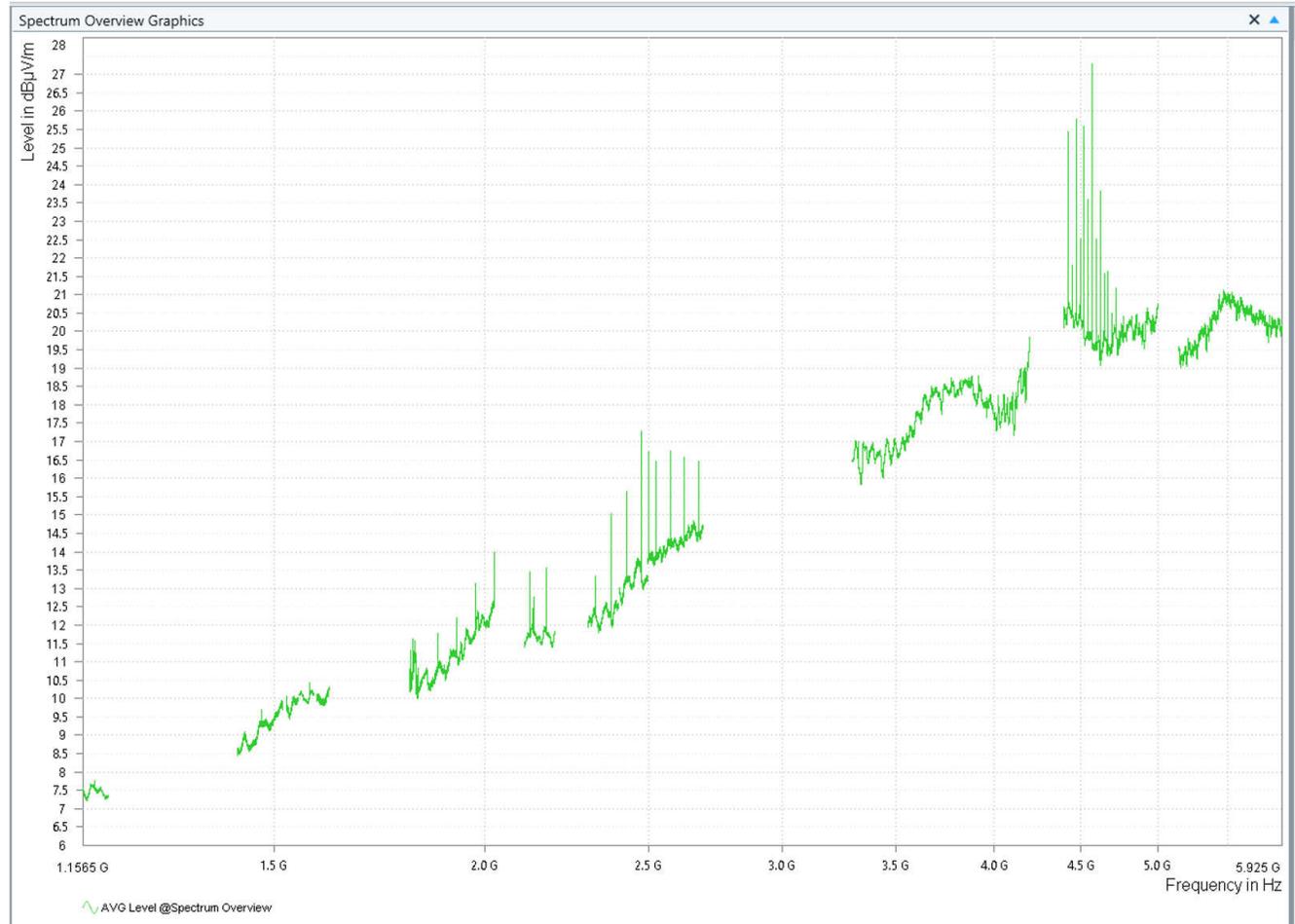


図 3-10. バリエーション 1 DLE-3.3V -水平スペクトル概要 - ホーン

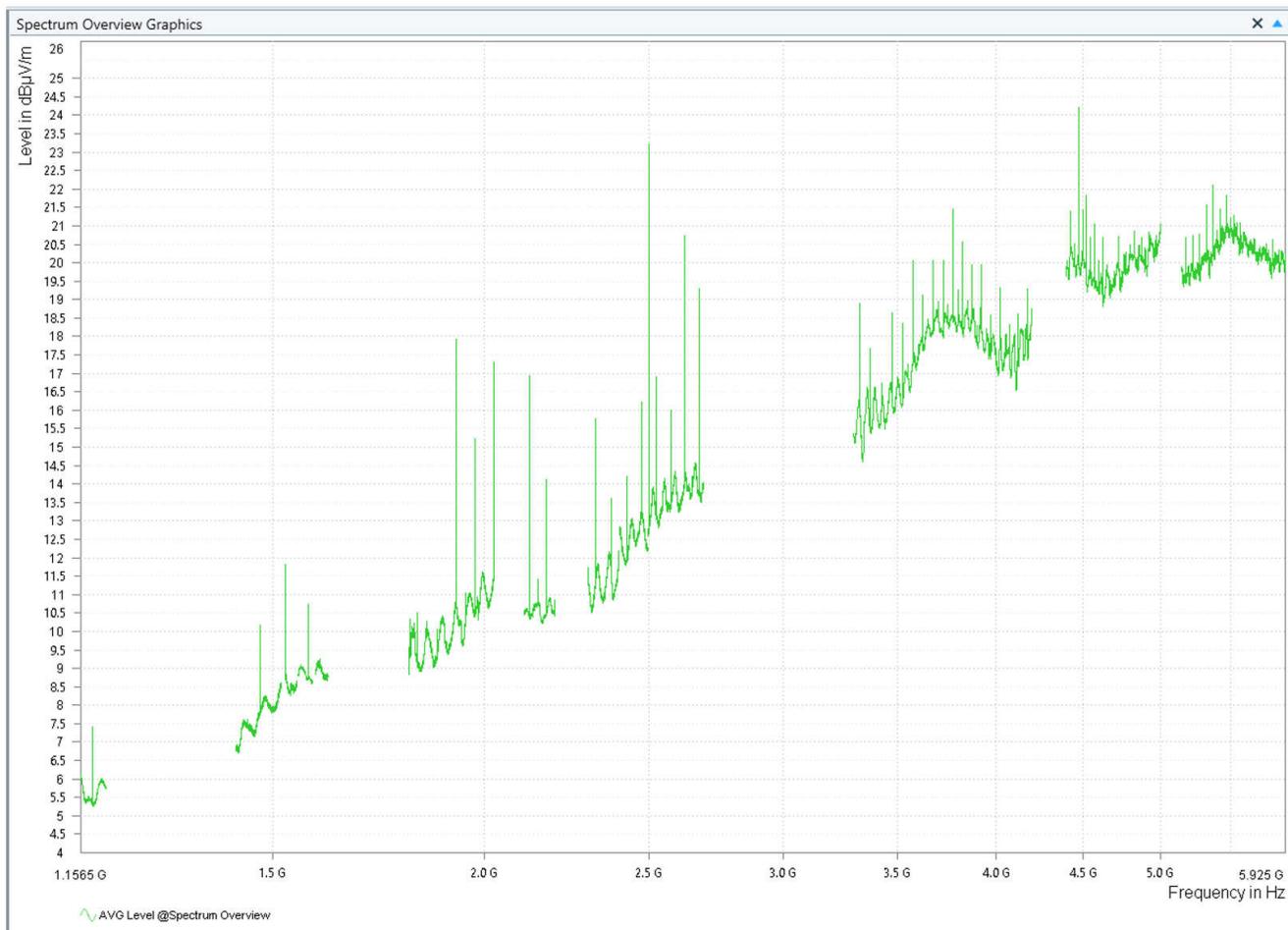


図 3-11. バリエント 1 DLE-3.3V - 垂直スペクトル概要 - ホーン



図 3-12. バリエーション 2 DLY - 3.3V - 水平スペクトル概要 - ホーン

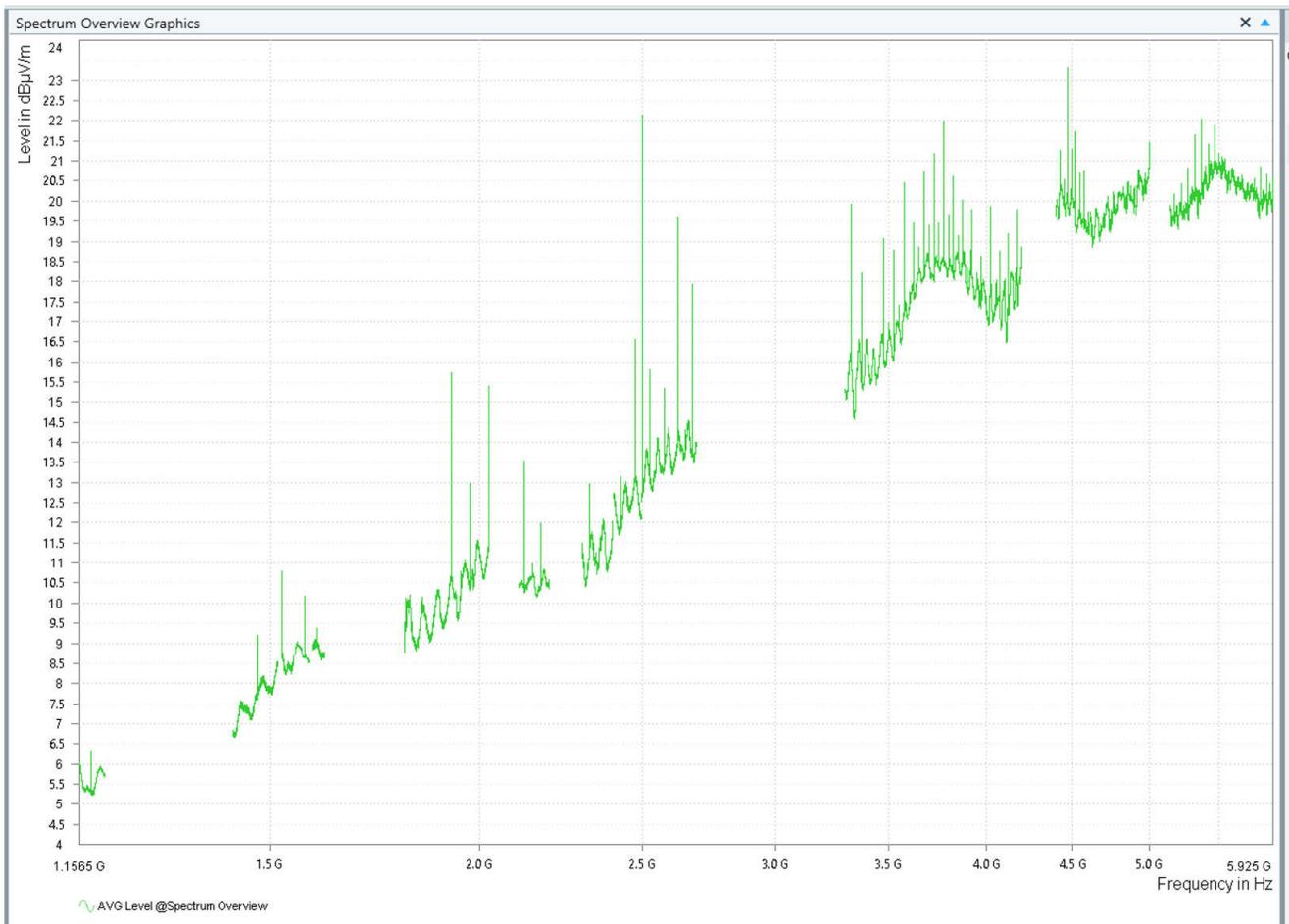


図 3-13. バリエーション 2 DLY-3.3V - 垂直スペクトル概要 - ホーン

4 まとめ

EMI 特性を考慮して PCB を設計する場合、GND ビアやスルー レート制御などの一般的な方法を使用することを検討します。

4.1 CISPR-25

3.3V 動作時、CDC6C は BDS (1156.45MHz～1196.45MHz)、GPS L1 (1567.42MHz～1583.42MHz)、および GLONASS L1 (1590.781MHz～1616.594MHz) を除くすべての周波数帯で CISPR-25 クラス 5 に適合します。これらの周波数帯では、クラス 4 に適合します。最高の性能を実現するには、DLY パッケージ、スルーレート制御の使用、より低い電源電圧をお勧めします。

5 参考資料

- 国際電気標準会議、[2021 CISPR-25 規格](#)

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