

Application Note

CDC6C-Q1 CISPR-25 EMI 报告



Cris Kobierowski, Sandra Saba

Clocks and Timing Solutions

摘要

本应用手册旨在减少 CDC6C-Q1 的电磁干扰 (EMI) 问题，并展示了压摆率如何影响 EMI 性能。

内容

1 简介.....	2
2 测试设置.....	2
2.1 板差异汇总表.....	3
2.2 原理图.....	3
2.3 布局.....	3
2.4 堆叠.....	3
3 CISPR-25.....	4
3.1 CISPR-25 总结.....	6
3.2 CISPR-25 结果.....	8
4 总结.....	24
4.1 CISPR-25.....	24
5 参考资料.....	24
6 修订历史记录.....	25

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

EMI 是指外部源在电路中造成的任何不必要的干扰。EMI 可以分为传导或辐射。传导 EMI 是由寄生阻抗、电源和接地连接引起的一种传导耦合。辐射 EMI 是来自无线电传输的无用信号的耦合。本测试报告重点介绍 CDC6C-Q1 的辐射 EMI 发射。

CDC6C-Q1 器件是一个低抖动、低功耗的固定频率振荡器，采用 BAW 作为谐振器源。工厂根据特定频率和功能引脚配置进行编程。借助频率控制逻辑和输出频率分频器，CDC6C-Q1 可生成高达 200MHz 的任意频率，提供可满足所有频率需求的单个器件系列。通过使用 BAW 技术，与石英振荡器 (表 1-1) 相比，CDC6C-Q1 可以提供更高的灵活性和时钟稳定性。

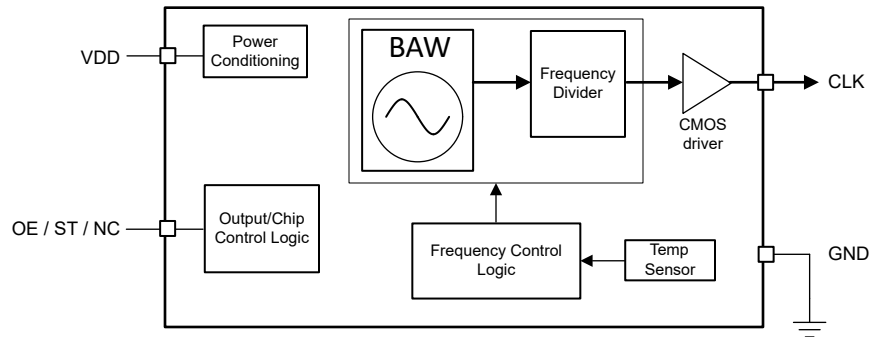


图 1-1. CDC6C-Q1 方框图

表 1-1. BAW 对比石英振荡器

参数	BAW 技术	石英振荡器技术
频率灵活性	BAW 振荡器器件通过单个裸片支持多种频率	频率限制。不同频率需要不同的晶体。
温度稳定性	BAW 在 -40°C 到 +105°C 范围内的精度为 $\pm 10\text{ppm}$	ppm 稳定性随温度升高而升高。
振动灵敏度	BAW 符合 MIL_STF_883F 方法 2002 条件 (典型值为 1ppb/g)	通常不会通过 MIL-STD 标准 可高达 >10ppb/g
机械冲击	BAW 符合 MIL_STD_883F 方法 2007 条件 B	通常不会通过 MIL-STD 标准 可能会在 2,000g 时失败

本应用手册旨在减少 CDC6C-Q1 的 EMI 问题，并展示了可提高 EMI 性能的不同器件设置。

2 测试设置

本应用手册重点介绍了以下测试设置：

1. 具有 25MHz LVCMOS 输出的 CDC6C-Q1 振荡器
2. CDC6C-Q1 由 3.3V 或 1.8V 电源供电
3. CDC6C-Q1 是 DLE 或 DLY 封装 (请参阅表 2-1)
4. CDC6C-Q1 被编程为慢速模式 2
5. CDC6C-Q1 采用直接端接布线 (55mil 布线长度)
6. 对于慢速模式 2，CDC6C-Q1 通过 $C_L = 5\text{pF}$ 进行端接 (按照 CDC6Cx-Q1 低功耗 LVCMOS 输出 BAW 振荡器数据表中的建议)

所有电路板均在德州仪器 (TI) 为 CISPR-25 标准设置的预合规 EMI 测试室中进行了测试。

2.1 板差异汇总表

表 2-1. 板差异汇总表

板型号	器件	频率	封装	慢速模式	终端
1	CDC6C-Q1	25MHz	DLE	2	5pF
2	CDC6C-Q1	25MHz	DLY	2	5pF

2.2 原理图

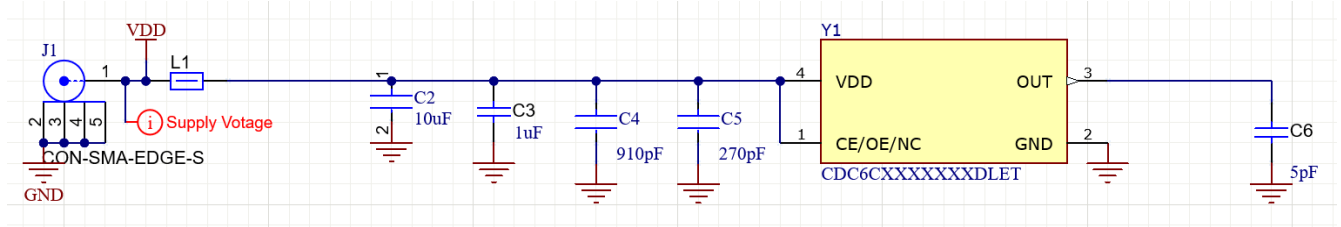


图 2-1. CDC6C-Q1 板原理图

2.3 布局

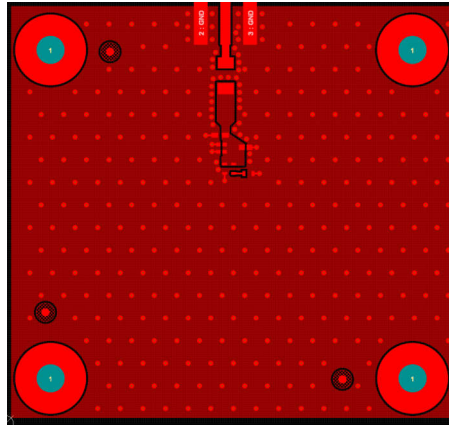


图 2-2. CDC6C-Q1 顶层布局

2.4 堆叠

#	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			

图 2-3. CDC6C-Q1 测试板堆叠

3 CISPR-25

CISPR-25 是关于 EMI 的汽车标准。四根独立天线用于覆盖 150kHz 至 6GHz 的频率范围。

表 3-1. CISPR-25 天线入频率范围

天线	频率范围
单极	150kHz 至 30MHz
双锥	30MHz 至 200MHz
对数周期	200MHz 至 1GHz
喇叭	1GHz 至 6GHz

在天线组距离电源线中心 1 米时，以 dBuV/m 为单位来测量 EMI 杂散。

CISPR-25 限值由认证级别定义，1 级要求最不严格，5 级要求最严格。该测试报告中指定的所有限值均为 5 级。

允许的最大 EMI 影响限制特定于各个频段。例如，电视频带 1 的 5 级最大峰值限制为 34dBuV/m，而模拟 UHF 的 5 级最大峰值限制为 38dBuV/m。

接地平面在导电工作台和系统之间共享。

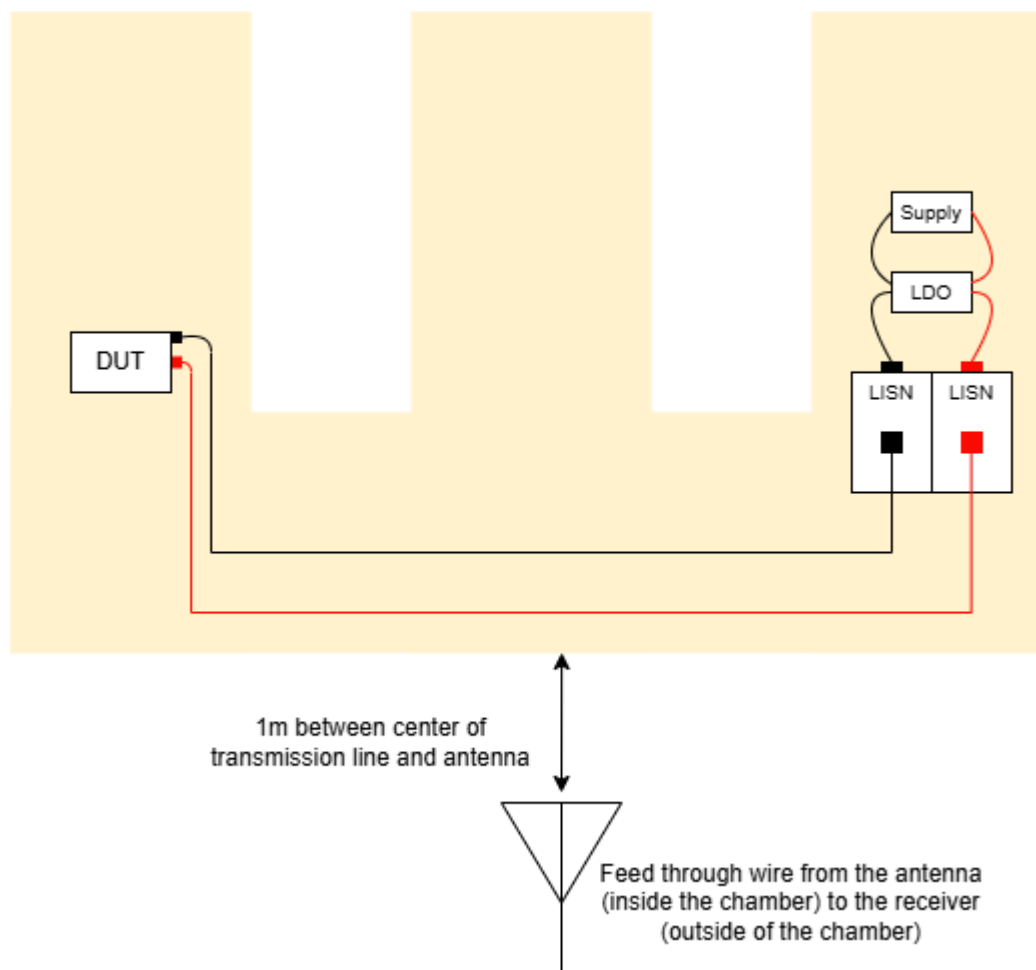


图 3-1. CISPR 设置图

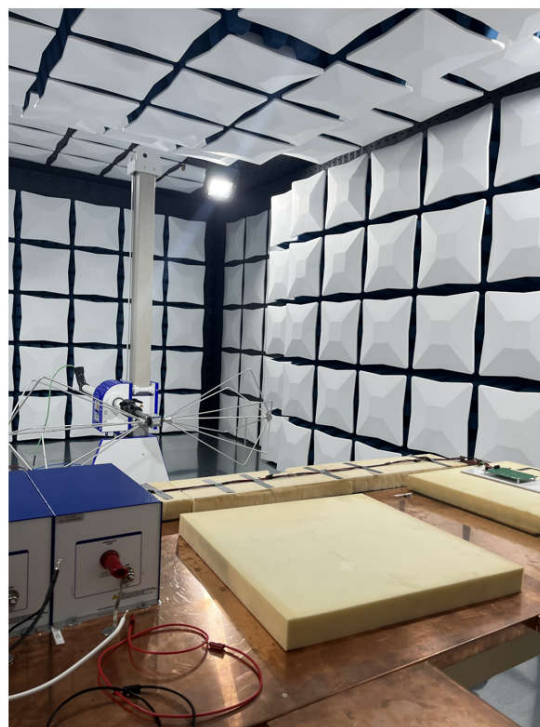


图 3-2. CISPR-25 测试室设置

3.1 CISPR-25 总结

在 3.3V 和 1.8V 电压下，CDC6C-Q1 在除 GPS L1 以外的所有频段都通过了 CISPR-25 5 级认证，在这些例外频段，该器件通过了 3 级认证。为了获得出色性能，建议使用 DLY 封装、压摆率控制和较低的电源电压。

			CISPR-25 Radiation Limits (ALSE method) [dBμV/m]									3.3V			
			Class 5			Class 4			Class 3			Passing Class for CISPR-25 Significant Spurs [dBμV/m]			
Service/Band	Frequency (MHz)	Antenna	Peak	Quasi-Peak	Average	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	66	53	46	Class 5	Class 5		
MW	0.53 to 1.8	Monopole	40	27	20	48	35	28	56	43	36	Class 5	Class 5		
SW	5.9 to 6.2	Monopole	40	27	20	46	33	26	52	39	32	Class 5	Class 5		
FM	76 to 108	Bi-conical	38	25	18	44	31	24	50	37	30	Class 5	Class 5		
TV Band I	41 to 88	Bi-conical	28	—	18	34	—	24	40	—	30	Class 5	Class 5	75 MHz: AVG = -0.70 175 MHz: AVG = 4.45 225 MHz: AVG = 12.3 500 MHz: AVG = 8.93 550 MHz: AVG = 13.83	75MHz: AVG = -3.4 175 MHz: AVG = 6.25 225 MHz: AVG = 7.4 500 MHz: AVG = 7.64 550 MHz: AVG = 8.13
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	20	—	10	26	—	16	32	—	22	Class 4	Class 5		
TV Band IV	470 to 944	Log-Periodic	41	—	31	47	—	37	53	—	43	Class 5	Class 5		
Digital broadcast services															
DAB III	171 to 245	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	42	-	32	Class 5	Class 5	175 MHz: AVG = 4.45 225 MHz: AVG = 12.3 175 MHz: AVG = 4.45 225 MHz: AVG = 12.3 500 MHz: AVG = 8.93 550 MHz: AVG = 13.83	175 MHz: AVG = 6.25 225 MHz: AVG = 7.4 175 MHz: AVG = 6.25 225 MHz: AVG = 7.4 500 MHz: AVG = 7.64 550 MHz: AVG = 8.13
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	42	-	32	Class 5	Class 5		
DTTV	470 to 770	Log-Periodic	46	-	36	52	-	42	58	-	48	Class 5	Class 5		
DAB L Band	447 to 1,494	LPA/Horn	54	-	44	60	-	50	66	-	56	Class 5	Class 5	450 MHz: AVG = 13.54 350 MHz: AVG = 13.61	450 MHz: AVG = 11.53 350 MHz: AVG = 15.54
SDARS	320 to 2,345	LPA/Horn	58	-	48	64	-	54	70	-	60	Class 5	Class 5		
Mobile services															
CB	26 to 28	Monopole	40	27	20	46	33	26	52	39	32	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	52	39	32	Class 5	Class 5		
VHF	68 to 87	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	47	34	27	Class 5	Class 5	75 MHz: AVG = -0.70 150 MHz: AVG = 3.74 175 MHz: AVG = 4.45 450 MHz: AVG = 13.54 500 MHz: AVG = 8.93	75MHz: AVG = -3.4 150 MHz: AVG = 1.07 175 MHz: AVG = 6.25 450 MHz: AVG = 11.53 500 MHz: AVG = 7.64
VHF	142 to 175	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	47	34	27	Class 5	Class 5		
Analogue UHF	380 to 512	Log-Periodic	38	25	18	44	31	24	50	37	30	Class 5	Class 5		
RKE & TPMS 1	300 to 330	Log-Periodic	32	—	18	38	—	24	44	—	30	Class 5	Class 5		
RKE & TPMS 2	420 to 450	Log-Periodic	32	—	18	38	—	24	44	—	30	Class 5	Class 5		
Analogue UHF	820 to 960	Log-Periodic	44	31	24	50	37	30	56	43	36	Class 5	Class 5	450 MHz: AVG = 13.54	450 MHz: AVG = 11.53
GPS L5	1,156.45 to 1,196.45	Horn	-	-	20	-	-	26	-	-	32	Class 5	Class 5		
BDS, B1I	1,553.098 to 1,569.098	Horn	-	-	5.5	-	-	11.5	-	-	17.5	Class 5	Class 5		
GPS L1	1,567.42 to 1,583.42	Horn	—	—	10	—	—	16	—	—	22	Class 3	Class 3	1575 MHz: AVG = 23.06	1575 MHz: AVG = 20.71
GLONASS L1	1,590.781 to 1,616.594	Horn	—	—	10	—	—	16	—	—	22	Class 5	Class 5	1600 MHz: AVG = 8.35	1600 MHz: AVG = 9.15
Wi-Fi / Bluetooth	2,402 to 2,494	Horn	52	-	32	58	-	38	64	-	44	Class 5	Class 5	2500 MHz: AVG = 28.28	2500 MHz: AVG = 27.12
Wi-Fi	5,150 to 5,350	Horn	59	-	39	65	-	45	71	-	51	Class 5	Class 5		
Wi-Fi	5,470 to 5,725	Horn	59	-	39	65	-	45	71	-	51	Class 5	Class 5		
V2X (Wi-Fi)	5,850 to 5,925	Horn	84	-	64	90	-	70	96	-	76	Class 5	Class 5		

图 3-3. CISPR-25 - 3.3V 电源 - 汇总表

			CISPR-25 Radiation Limits (ALSE method) [dBµV/m]									1.8V			
			Class 5			Class 4			Class 3			Passing Class for CISPR-25 Significant Spurs [dBµV/m]			
Service/Band	Frequency (MHz)	Antenna	Peak	Quasi-Peak	Average	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	66	53	46	Class 5	Class 5		
MW	0.53 to 1.8	Monopole	40	27	20	48	35	28	56	43	36	Class 5	Class 5		
SW	5.9 to 6.2	Monopole	40	27	20	46	33	26	52	39	32	Class 5	Class 5		
FM	76 to 108	Bi-conical	38	25	18	44	31	24	50	37	30	Class 5	Class 5		
TV Band I	41 to 88	Bi-conical	28	—	18	34	—	24	40	—	30	Class 5	Class 5	75 MHz: AVG = -2.76	
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	20	—	10	26	—	16	32	—	22	Class 5	Class 5	175 MHz: AVG = 5.92 225 MHz: AVG = 4.29	175 MHz: AVG = 2.81 225 MHz: AVG = 0.68
TV Band IV	470 to 944	Log-Periodic	41	—	31	47	—	37	53	—	43	Class 5	Class 5		
Digital broadcast services															
DAB III	171 to 245	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	42	-	32	Class 5	Class 5	175 MHz: AVG = 5.92 225 MHz: AVG = 4.29	175 MHz: AVG = 2.81 225 MHz: AVG = 0.68
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	42	-	32	Class 5	Class 5	175 MHz: AVG = 5.92 225 MHz: AVG = 4.29	175 MHz: AVG = 2.81 225 MHz: AVG = 0.68
DTTV	470 to 770	Log-Periodic	46	-	36	52	-	42	58	-	48	Class 5	Class 5		
DAB L Band	447 to 1,494	LPA/Horn	54	-	44	60	-	50	66	-	56	Class 5	Class 5	450 MHz: AVG = 12.5	450 MHz: AVG = 8.18
SDARS	320 to 2,345	LPA/Horn	58	-	48	64	-	54	70	-	60	Class 5	Class 5	350 MHz: AVG = 9.22	350 MHz: AVG = 10.64
Mobile services															
CB	26 to 28	Monopole	40	27	20	46	33	26	52	39	32	Class 5	Class 5	25 MHz: AVG = 7.28	25 MHz: AVG = 2.29
VHF	30 to 54	Bi-conical	40	27	20	46	33	26	52	39	32	Class 5	Class 5		
VHF	68 to 87	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	47	34	27	Class 5	Class 5	75 MHz: AVG = -2.76	
VHF	142 to 175	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	47	34	27	Class 5	Class 5	175 MHz: AVG = 5.92	175 MHz: AVG = 2.81
Analogue UHF	380 to 512	Log-Periodic	38	25	18	44	31	24	50	37	30	Class 5	Class 5	450 MHz: AVG = 12.5	450 MHz: AVG = 8.18
RKE & TPMS 1	300 to 330	Log-Periodic	32	—	18	38	—	24	44	—	30	Class 5	Class 5		
RKE & TPMS 2	420 to 450	Log-Periodic	32	—	18	38	—	24	44	—	30	Class 5	Class 5	450 MHz: AVG = 12.5	450 MHz: AVG = 8.18
Analogue UHF	820 to 960	Log-Periodic	44	31	24	50	37	30	56	43	36	Class 5	Class 5		
GPS L5	1,156.45 to 1,196.45	Horn	-	-	20	-	-	26	-	-	32	Class 5	Class 5		
BDS, B1I	1,553.098 to 1,569.098	Horn	-	-	5.5	-	-	11.5	-	-	17.5	Class 5	Class 5		
GPS L1	1,567.42 to 1,583.42	Horn	—	—	10	—	—	16	—	—	22	Class 3	Class 3-4	1575 MHz: AVG = 20	1575 MHz: AVG = 17.67
GLONASS L1	1,590.781 to 1,616.594	Horn	—	—	10	—	—	16	—	—	22	Class 5	Class 5		
Wi-Fi / Bluetooth	2,402 to 2,494	Horn	52	-	32	58	-	38	64	-	44	Class 5	Class 5	2500 MHz: AVG = 28.45	2500 MHz: 27.35
Wi-Fi	5,150 to 5,350	Horn	59	-	39	65	-	45	71	-	51	Class 5	Class 5		
Wi-Fi	5,470 to 5,725	Horn	59	-	39	65	-	45	71	-	51	Class 5	Class 5		
V2X (Wi-Fi)	5,850 to 5,925	Horn	84	-	64	90	-	70	96	-	76	Class 5	Class 5		

图 3-4. CISPR-25 - 1.8V 电源 - 汇总表

3.2 CISPR-25 结果

备注

除非另有说明，否则频谱概述图表示水平和垂直测量。

3.2.1 单极

表 3-2. 板差异汇总表

板型号	器件	频率	封装	慢速模式	终端
1	CDC6C-Q1	25MHz	DLE	2	5pF
2	CDC6C-Q1	25MHz	DLY	2	5pF

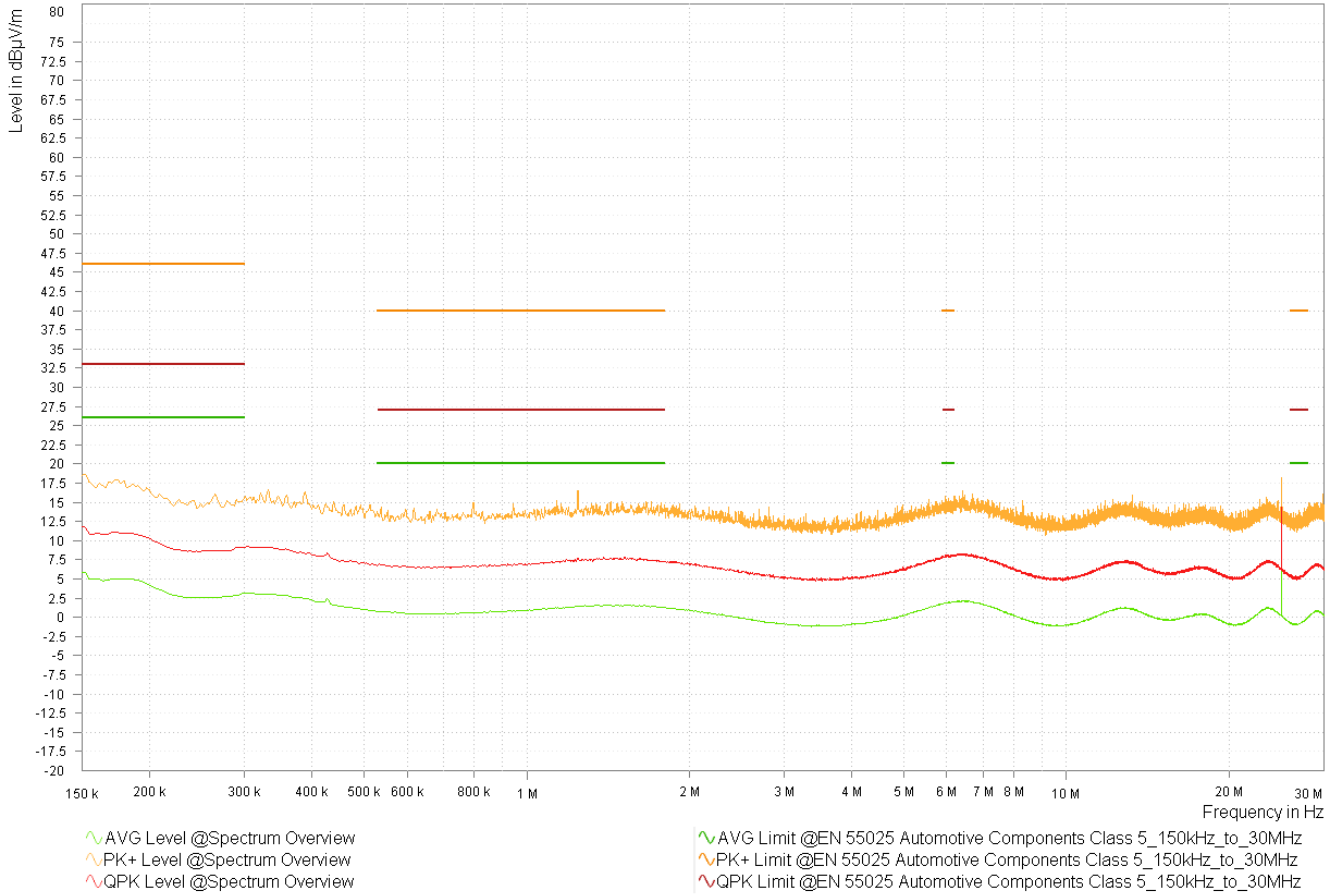


图 3-5. 型号 1 DLE - 3.3V - 频谱概述 - 单极

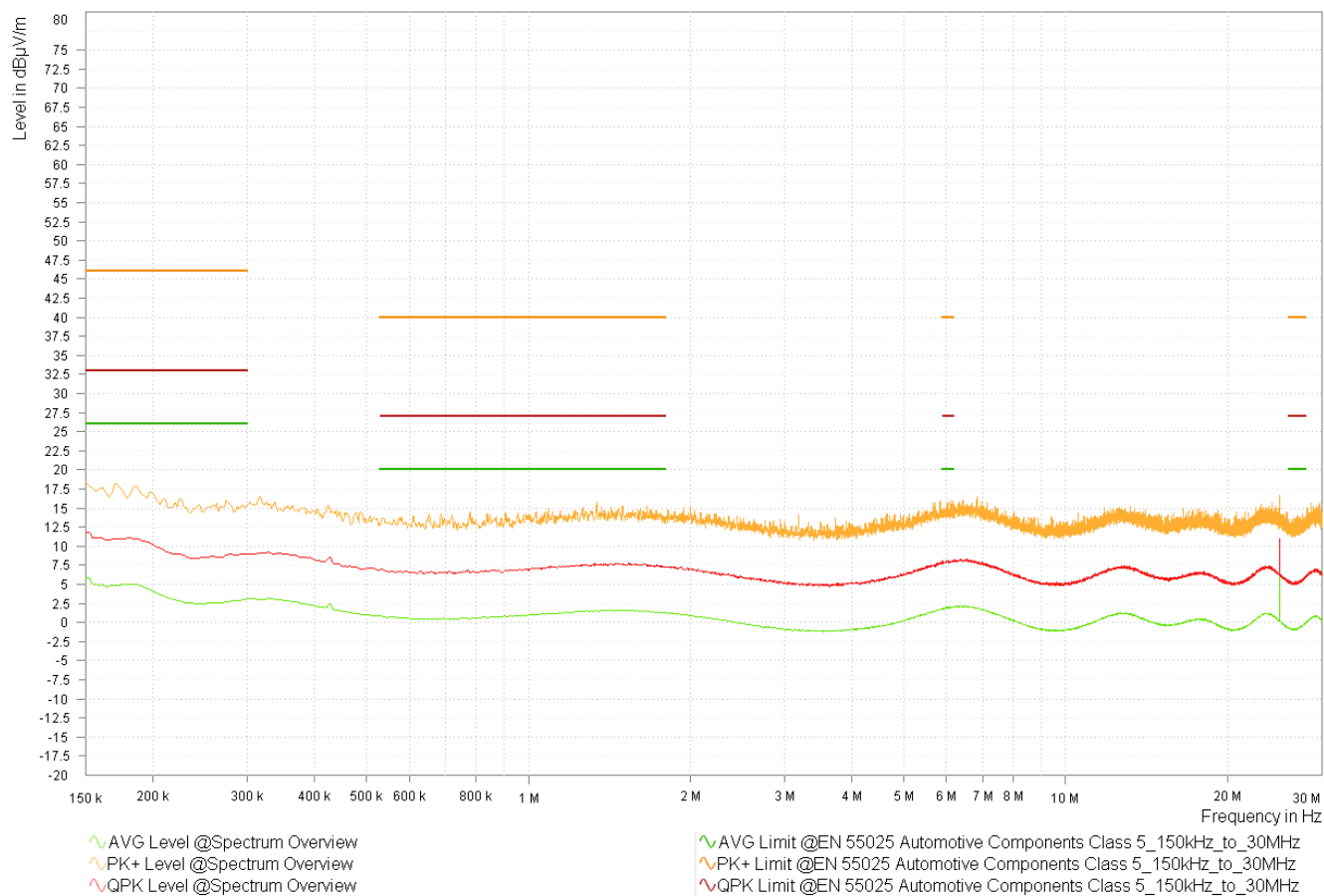


图 3-6. 型号 1 DLE - 1.8V - 频谱概述 - 单极

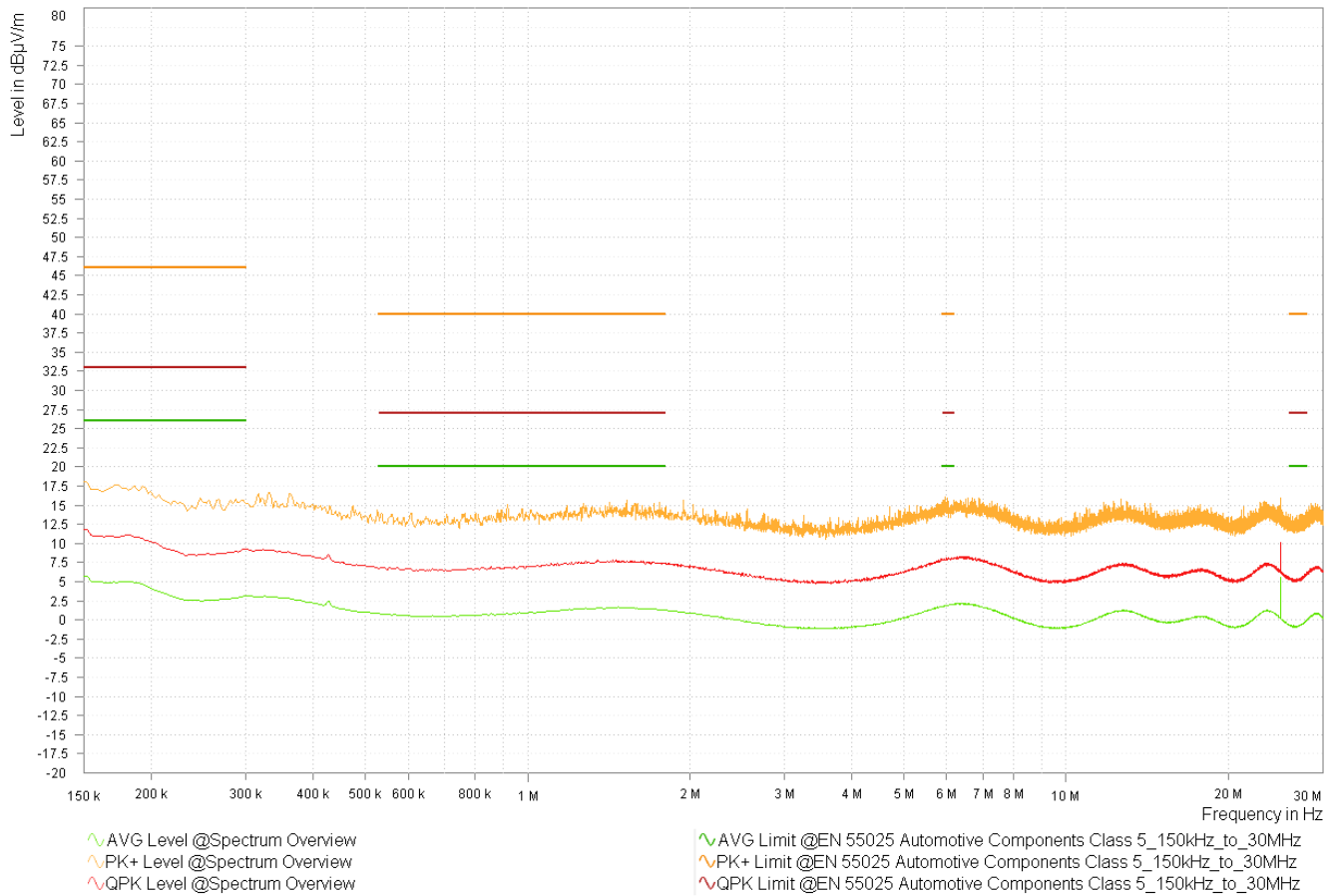


图 3-7. 型号 2 DLY - 3.3V - 频谱概述 - 单极

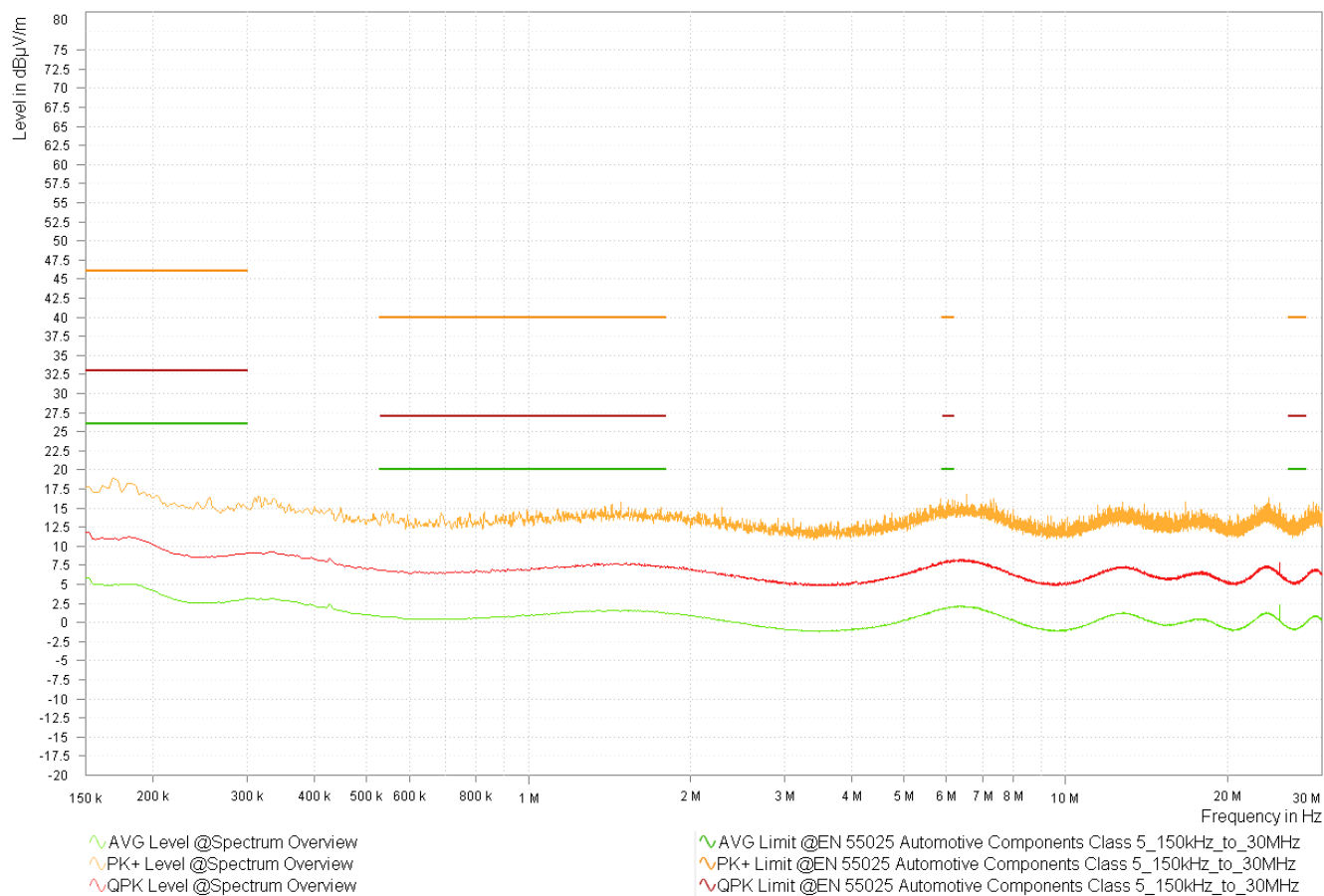


图 3-8. 型号 2 DLY - 1.8V - 频谱概述 - 单极

3.2.2 双锥

表 3-3. 板差异汇总表

板型号	器件	频率	封装	慢速模式	终端
1	CDC6C-Q1	25MHz	DLE	2	5pF
2	CDC6C-Q1	25MHz	DLY	2	5pF

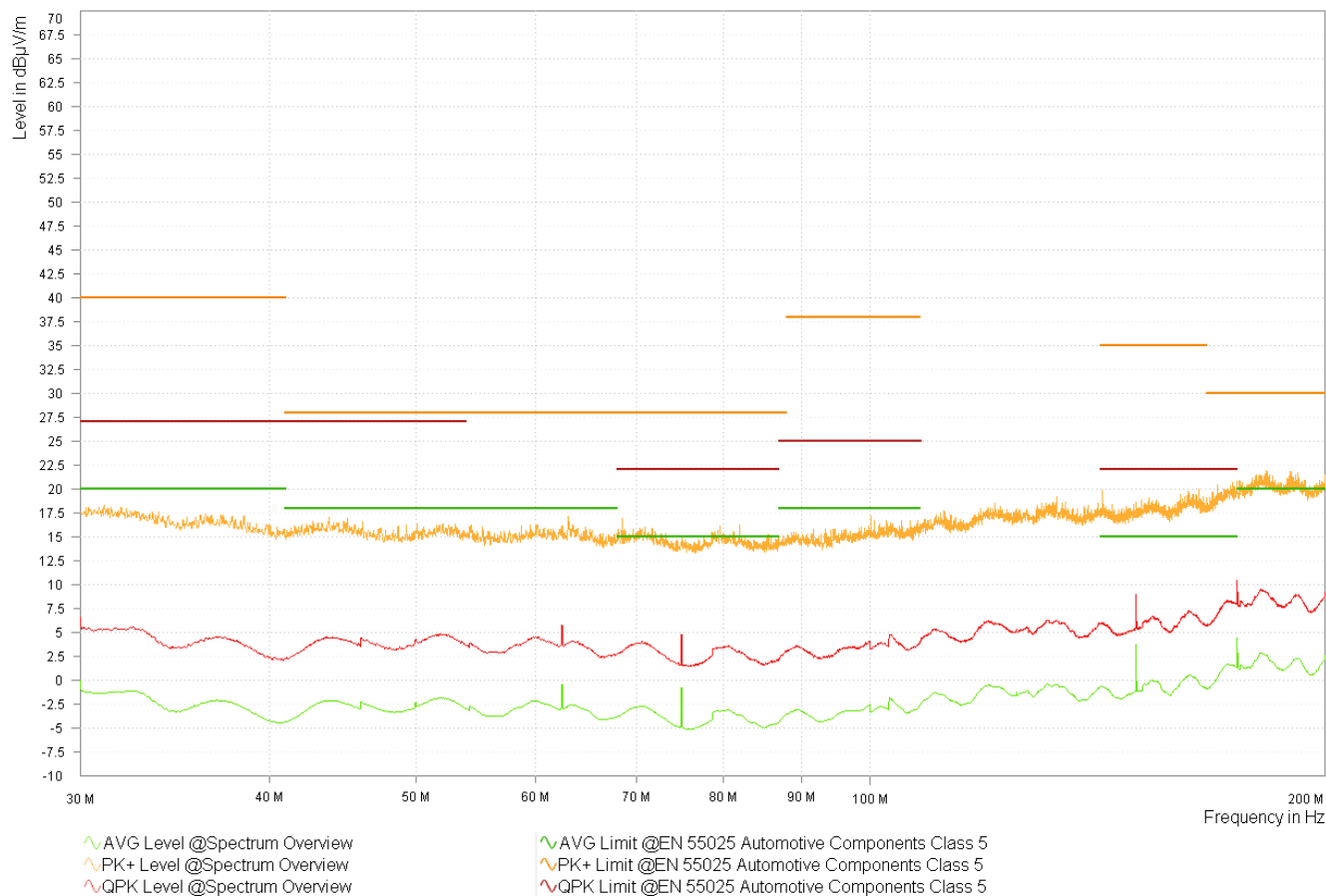


图 3-9. 型号 1 DLE - 3.3V - 频谱概述 - 双锥

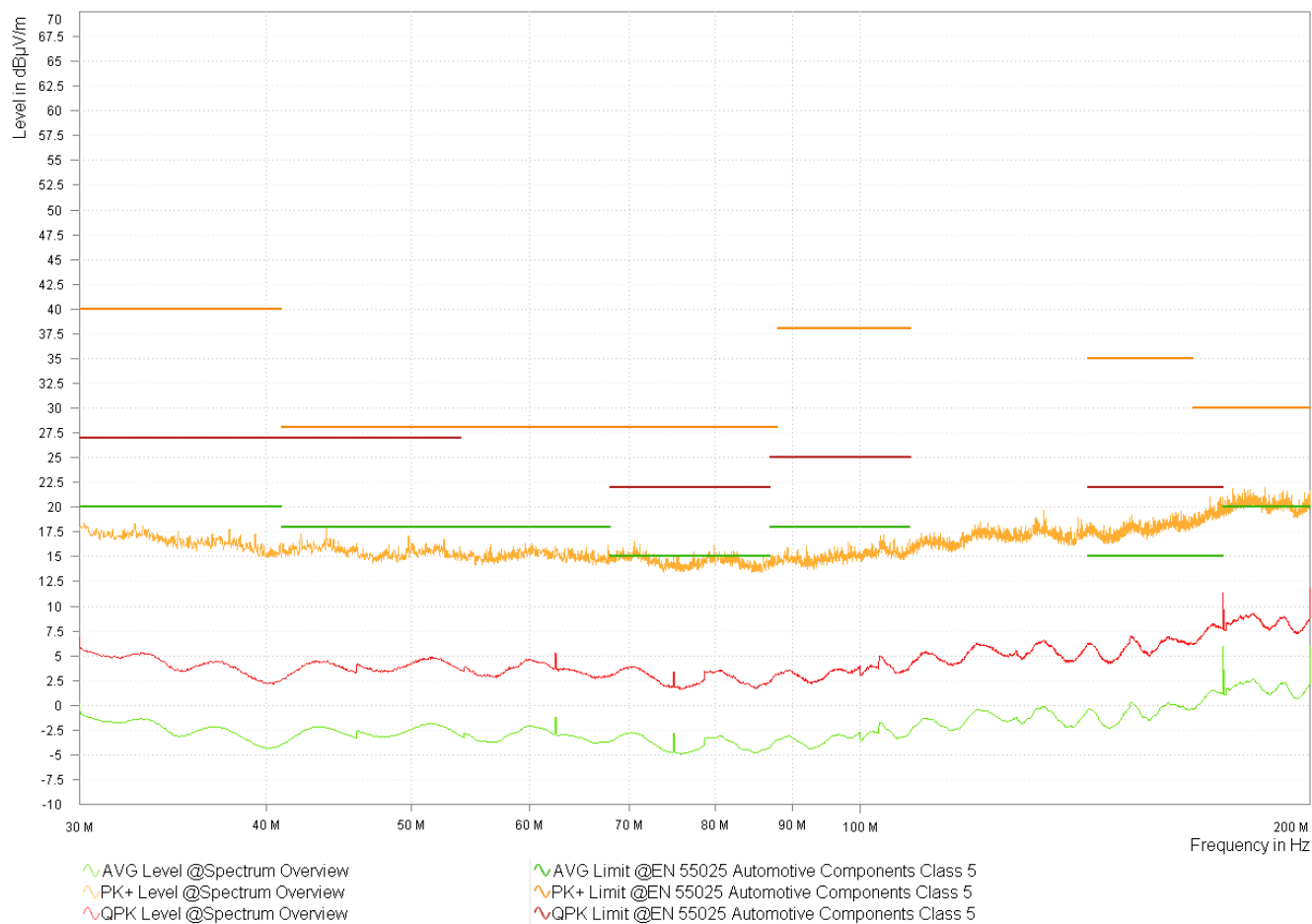


图 3-10. 型号 1 DLE - 1.8V - 频谱概述 - 双锥

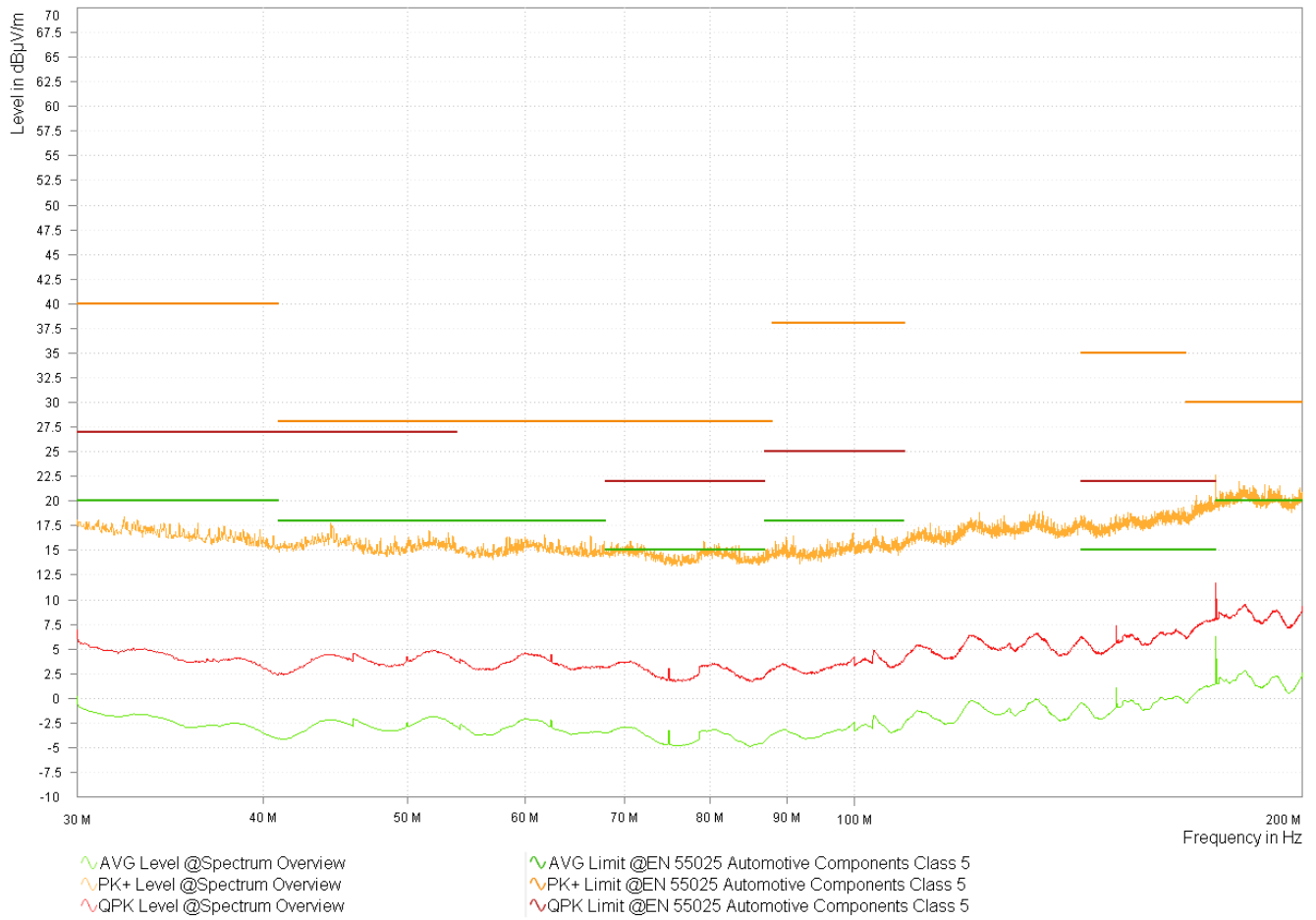


图 3-11. 型号 2 DLY - 3.3V - 频谱概述 - 双锥

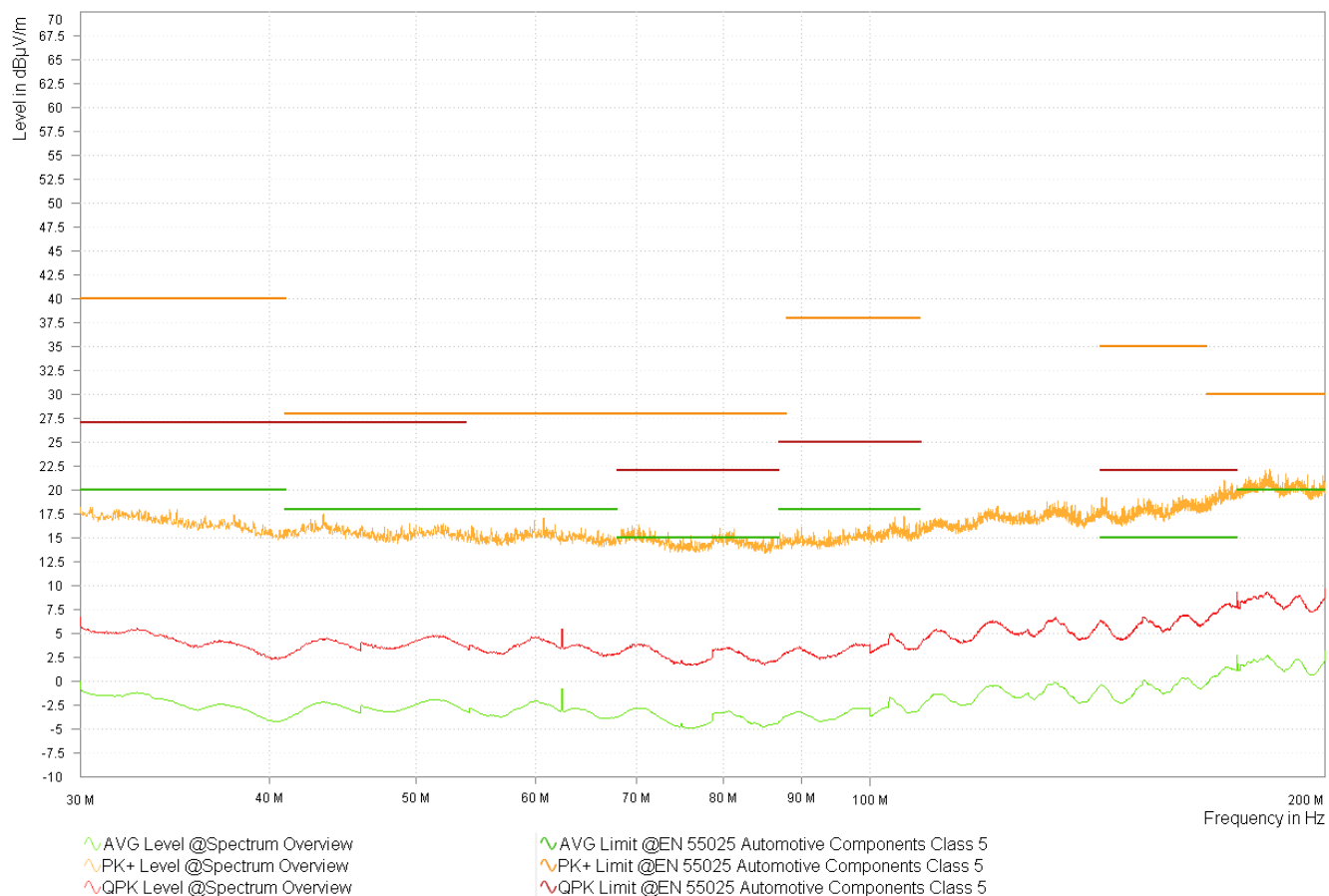


图 3-12. 型号 2 DLY - 1.8V - 频谱概述 - 双锥

3.2.3 对数周期

表 3-4. 板差异汇总表

板型号	器件	频率	封装	慢速模式	终端
1	CDC6C-Q1	25MHz	DLE	2	5pF
2	CDC6C-Q1	25MHz	DLY	2	5pF

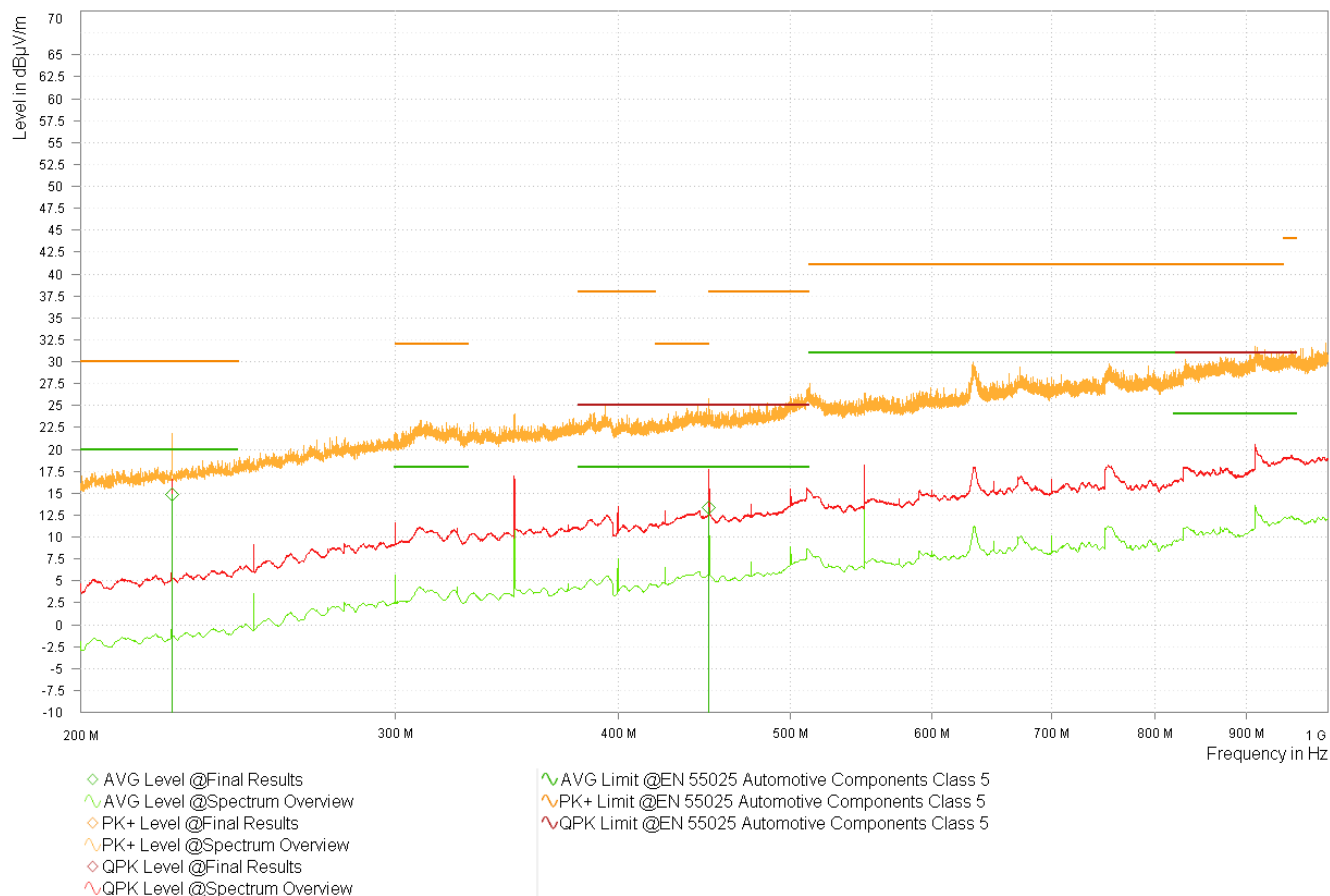


图 3-13. 型号 1 DLE - 3.3V - 频谱概述 - 对数周期



图 3-14. 型号 1 DLE - 1.8V - 频谱概述 - 对数周期

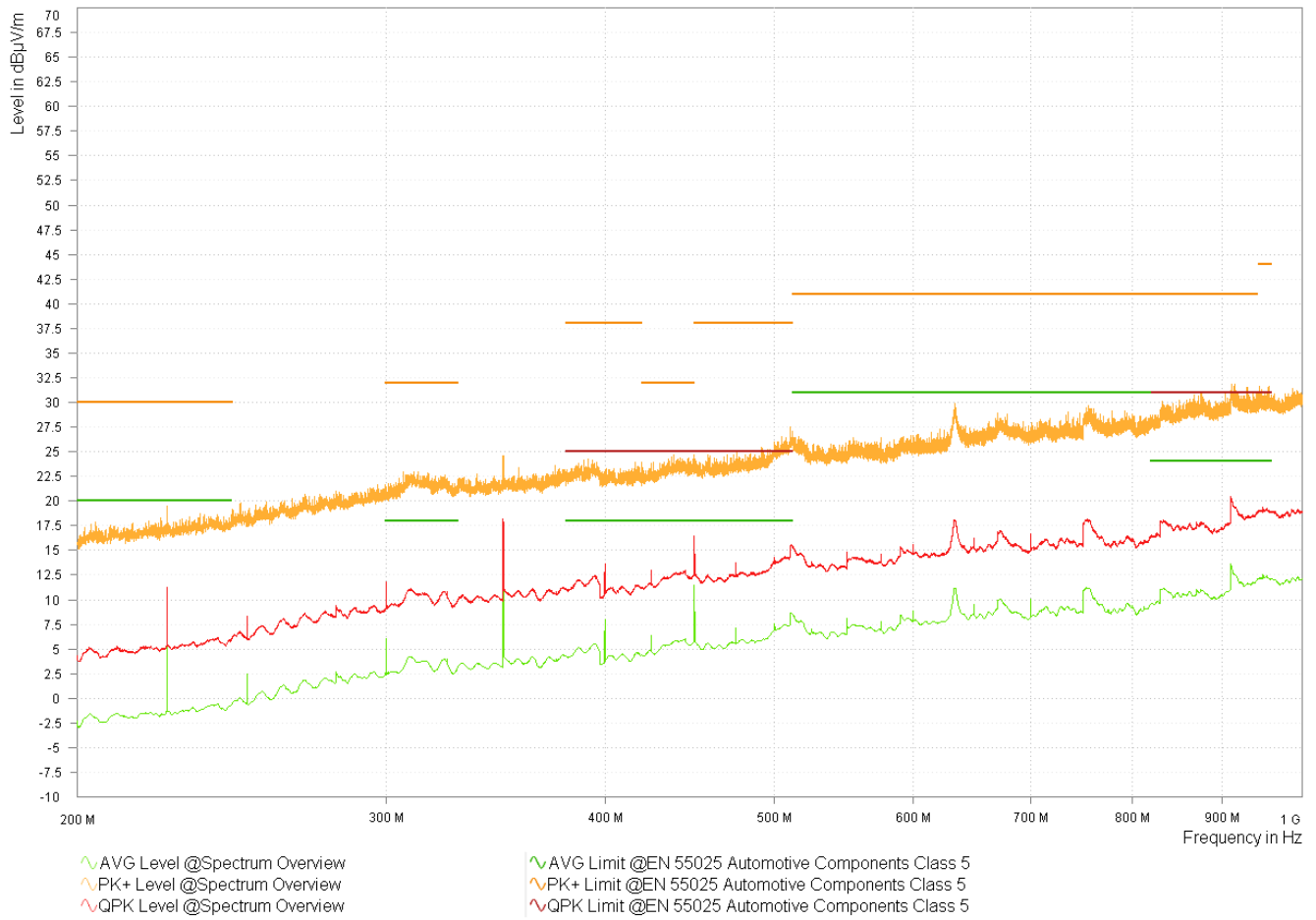


图 3-15. 型号 2 DLY - 3.3V - 频谱概述 - 对数周期

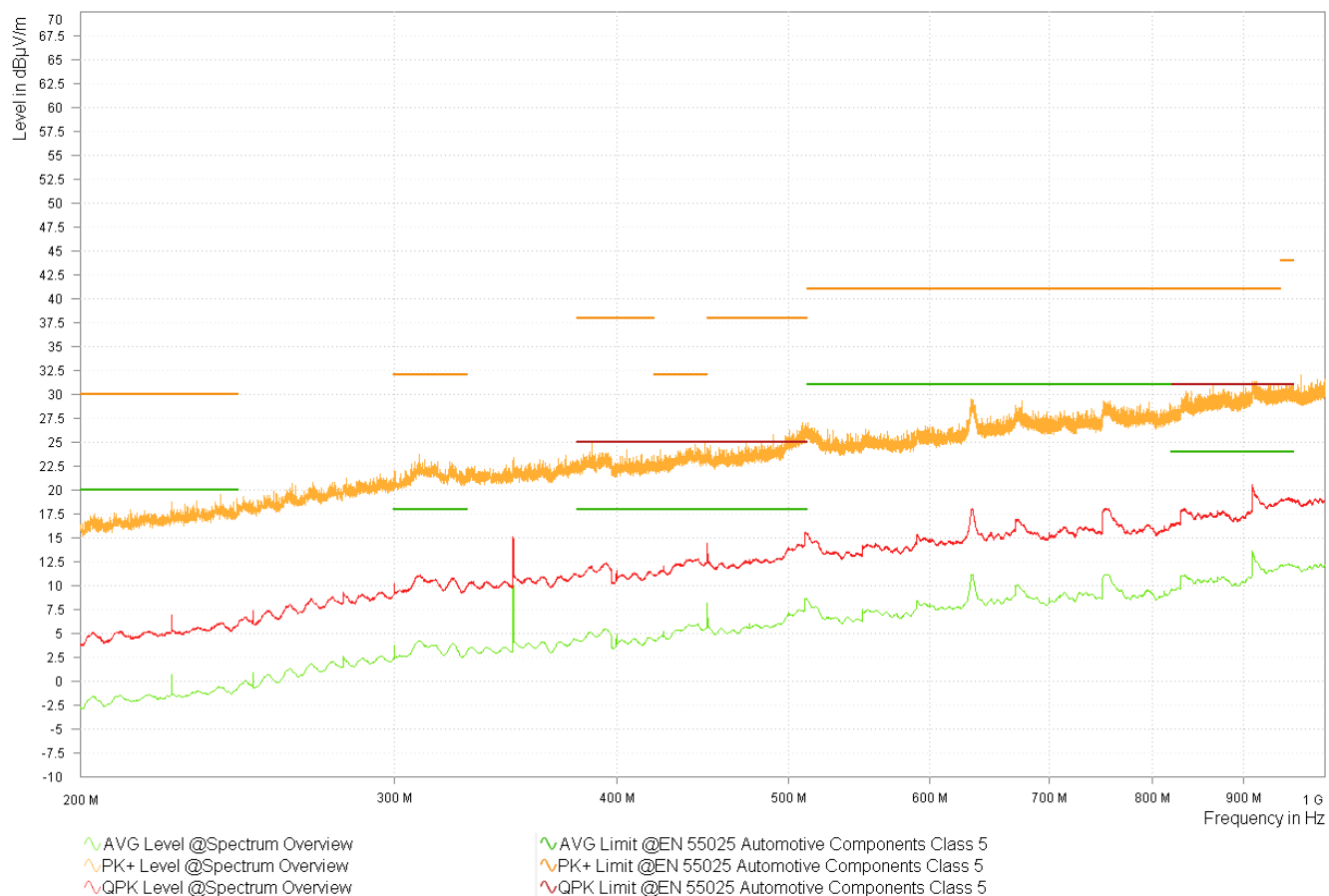


图 3-16. 型号 2 DLY - 1.8V - 频谱概述 - 对数周期

3.2.4 喇叭

表 3-5. 板差异汇总表

板型号	器件	频率	封装	慢速模式	终端
1	CDC6C-Q1	25MHz	DLE	2	5pF
2	CDC6C-Q1	25MHz	DLY	2	5pF

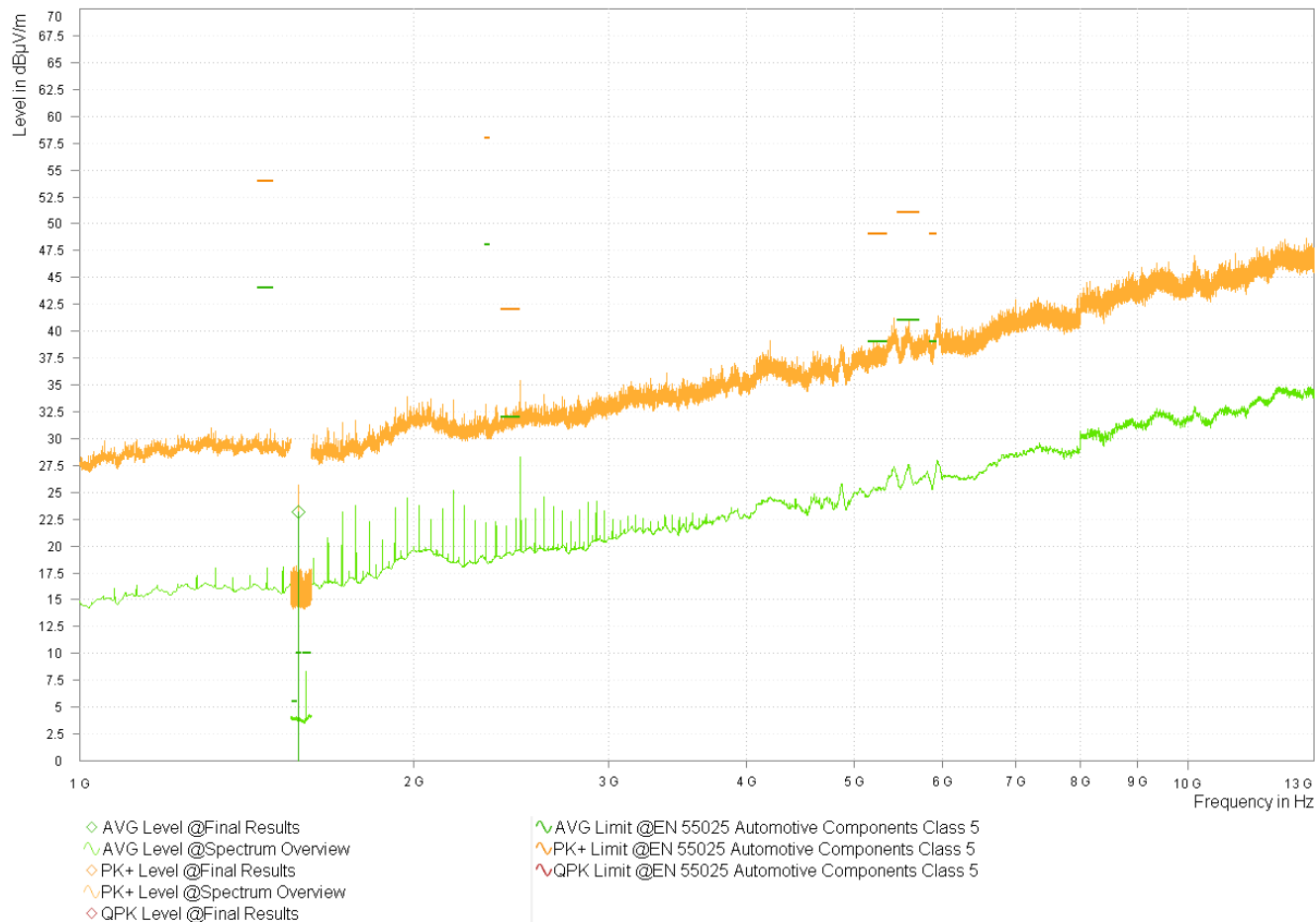


图 3-17. 型号 1 DLE - 3.3V - 频谱概述 - 喇叭



图 3-18. 型号 1 DLE - 1.8V - 频谱概述 - 喇叭

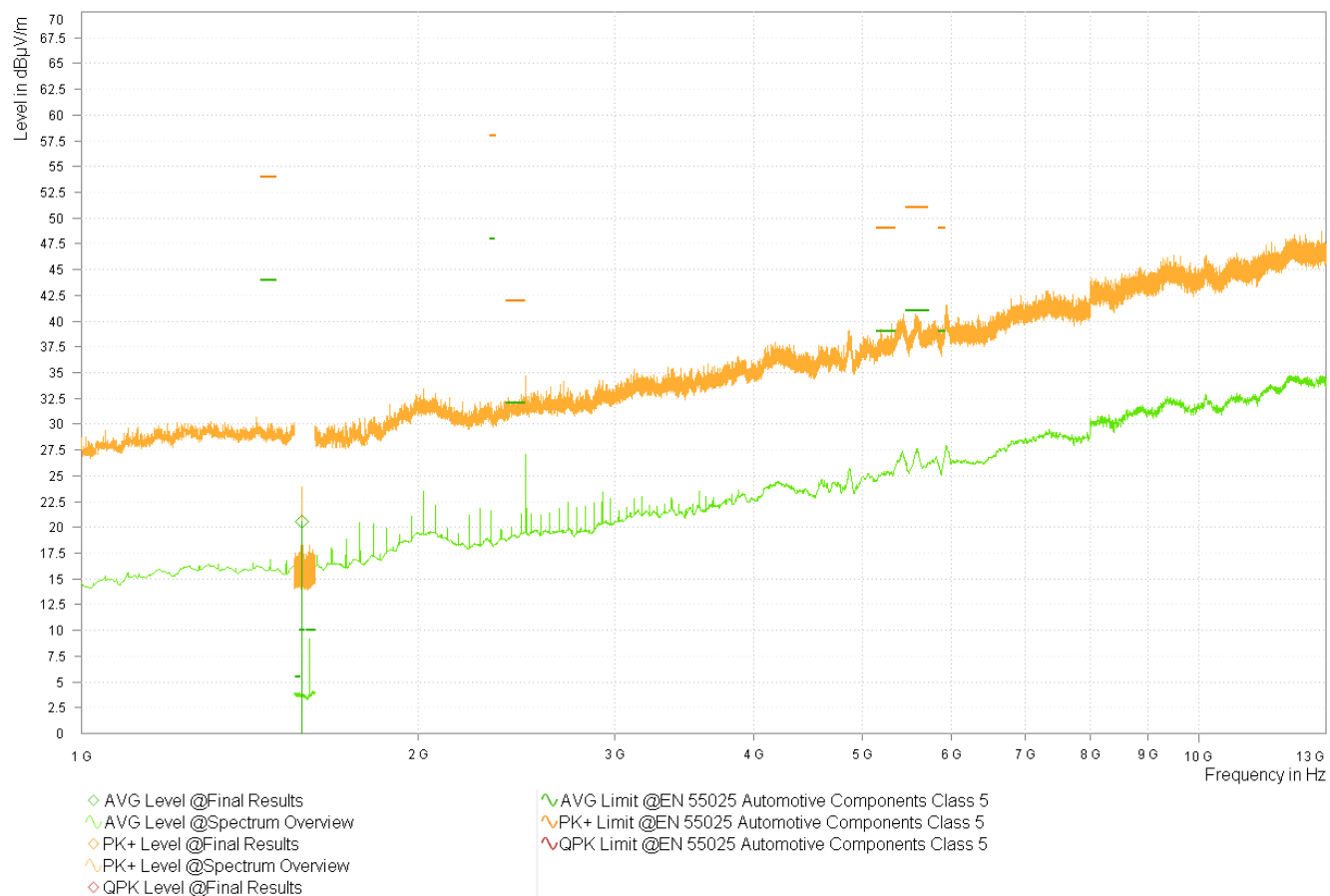


图 3-19. 型号 2 DLY - 3.3V - 频谱概述 - 喇叭



图 3-20. 型号 2 DLY - 1.8V - 频谱概述 - 喇叭

4 总结

在设计具有 EMI 性能的 PCB 时，应考虑使用 GND 通孔和压摆率控制等常用方法。

4.1 CISPR-25

在 3.3V 和 1.8V 电压下，CDC6C-Q1 在除 GPS L1 (1567.42MHz 至 1583.42MHz) 以外的所有频段都通过了 CISPR-25 5 级认证，在这些例外频段，该器件通过了 3 级认证。为了获得出色性能，建议使用 DLY 封装、压摆率控制和较低的电源电压。

5 参考资料

- 国际电工委员会，[2021 CISPR-25 标准](#)
- 德州仪器 (TI) [采用时钟器件的 EMI 降低策略](#) 应用手册。

6 修订历史记录

Changes from Revision * (April 2025) to Revision A (September 2025)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 添加了 1.8V 数据并修订了 3.3V 喇叭天线数据.....	4
• 添加了采用时钟器件的 EMI 降低策略应用手册.....	24

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月