

Application Note

CDC6C 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 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.....	3
2.1 电路板差异汇总表.....	3
2.2 原理图.....	3
2.3 布局.....	3
2.4 堆叠.....	4
3 CISPR-25.....	5
3.1 CISPR-25 总结.....	7
3.2 CISPR-25 结果.....	8
4 总结.....	18
4.1 CISPR-25.....	18
5 参考资料.....	19

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 的辐射 EMI 发射。

CDC6C 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 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 可以提供更高的灵活性和时钟稳定性。

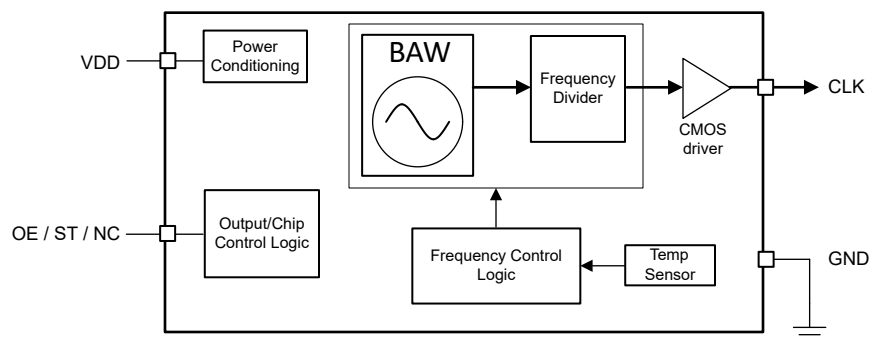


图 1-1. CDC6C 方框图

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 振荡器器件通过件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 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 振荡器
2. CDC6C 由 3.3V 电源供电
3. CDC6C 是 DLE 或 DLY 封装 (请参阅 表 2-1)
4. CDC6C 被编程为慢速模式 2
5. CDC6C 采用直接端接布线 (55mil 布线长度)
6. 对于慢速模式 2，CDC6C 通过 $C_L = 5\text{pF}$ 进行端接 (按照 [CDC6Cx 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 电路板差异汇总表

表 2-1. 电路板差异汇总表

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

2.2 原理图

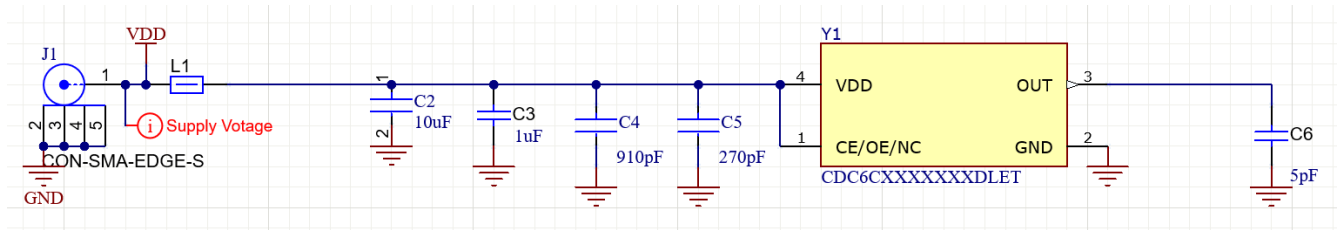


图 2-1. CDC6C 板原理图

2.3 布局

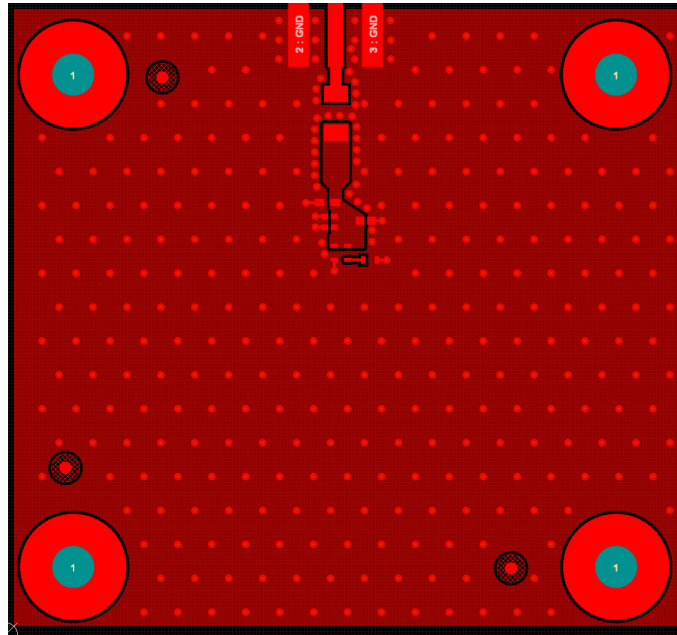


图 2-2. CDC6C 顶层布局

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 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。

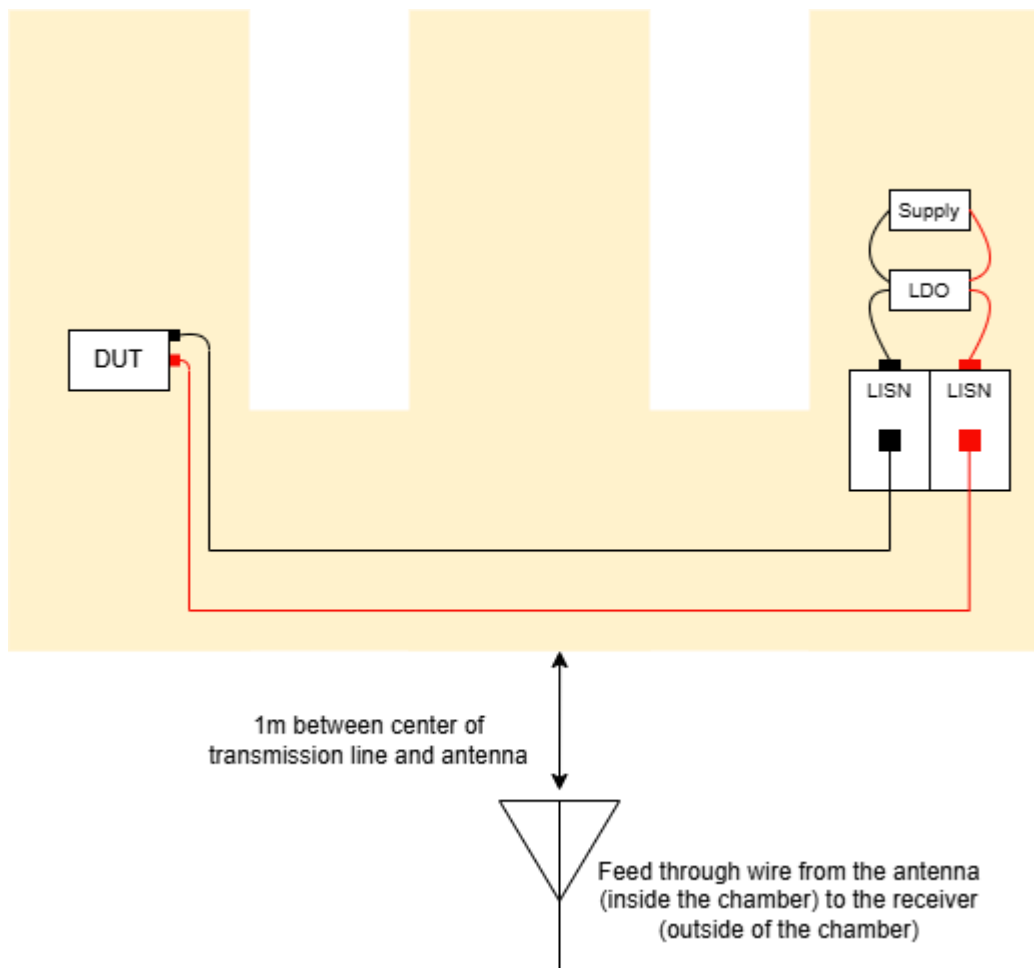


图 3-1. CISPR 设置图

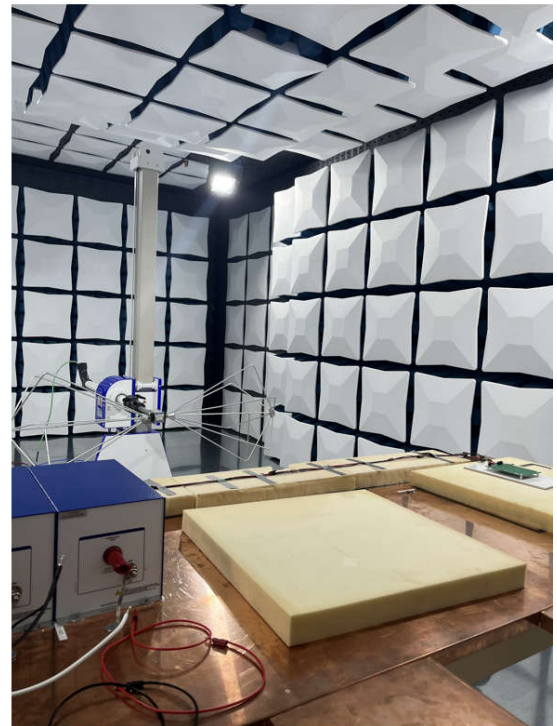


图 3-2. CISPR-25 测试室设置

3.1 CISPR-25 总结

在 3.3V 电压下，CDC6C 在除 BDS、GPS L1 和 GLONASS 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 4 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			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	1555.8 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

图 3-3. CISPR-25 - 3.3V 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. 电路板差异汇总表

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

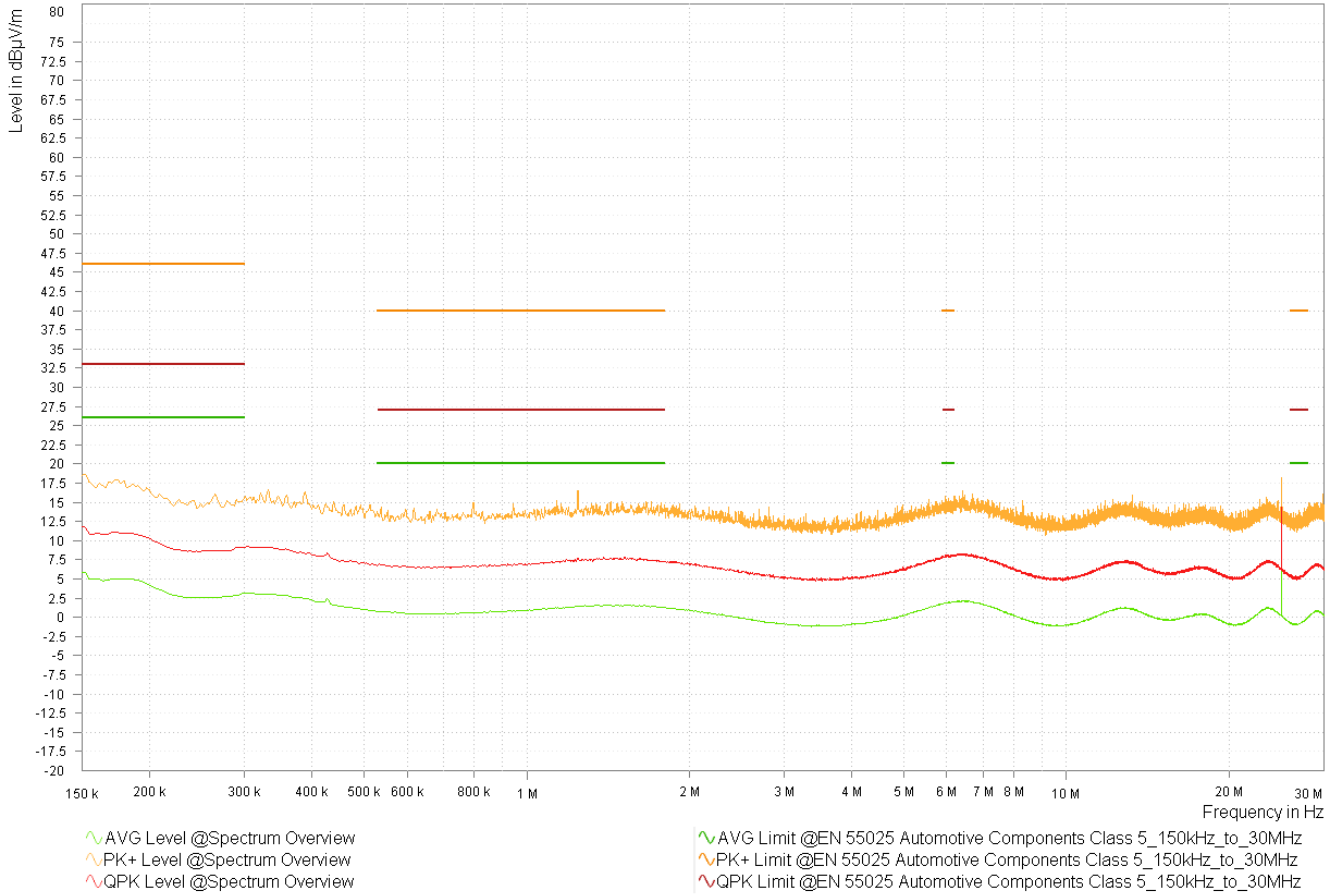


图 3-4. 型号 1 DLE - 3.3V - 频谱概述 - 单极

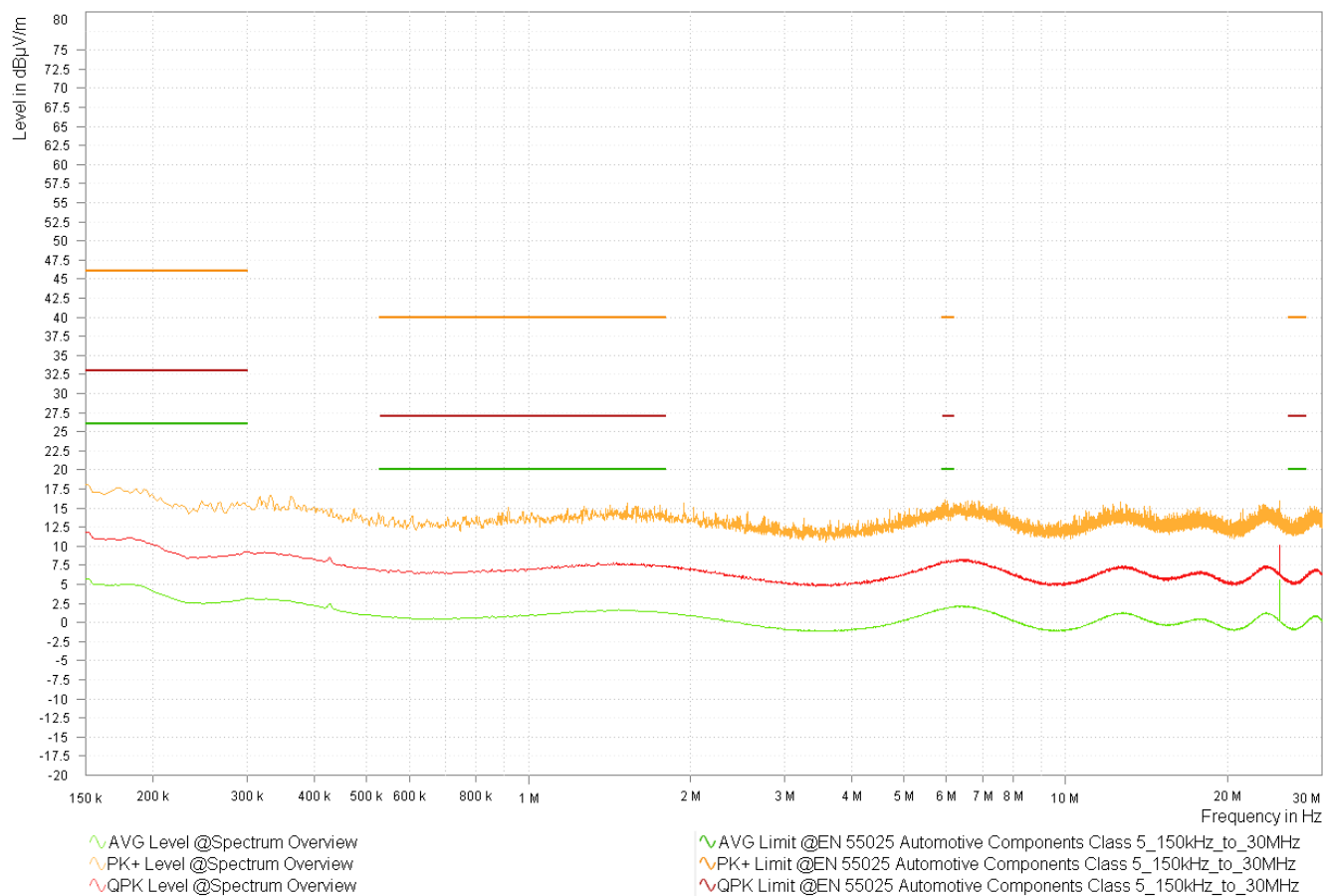


图 3-5. 型号 2 DLY - 3.3V - 频谱概述 - 单极

3.2.2 双锥

表 3-3. 电路板差异汇总表

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

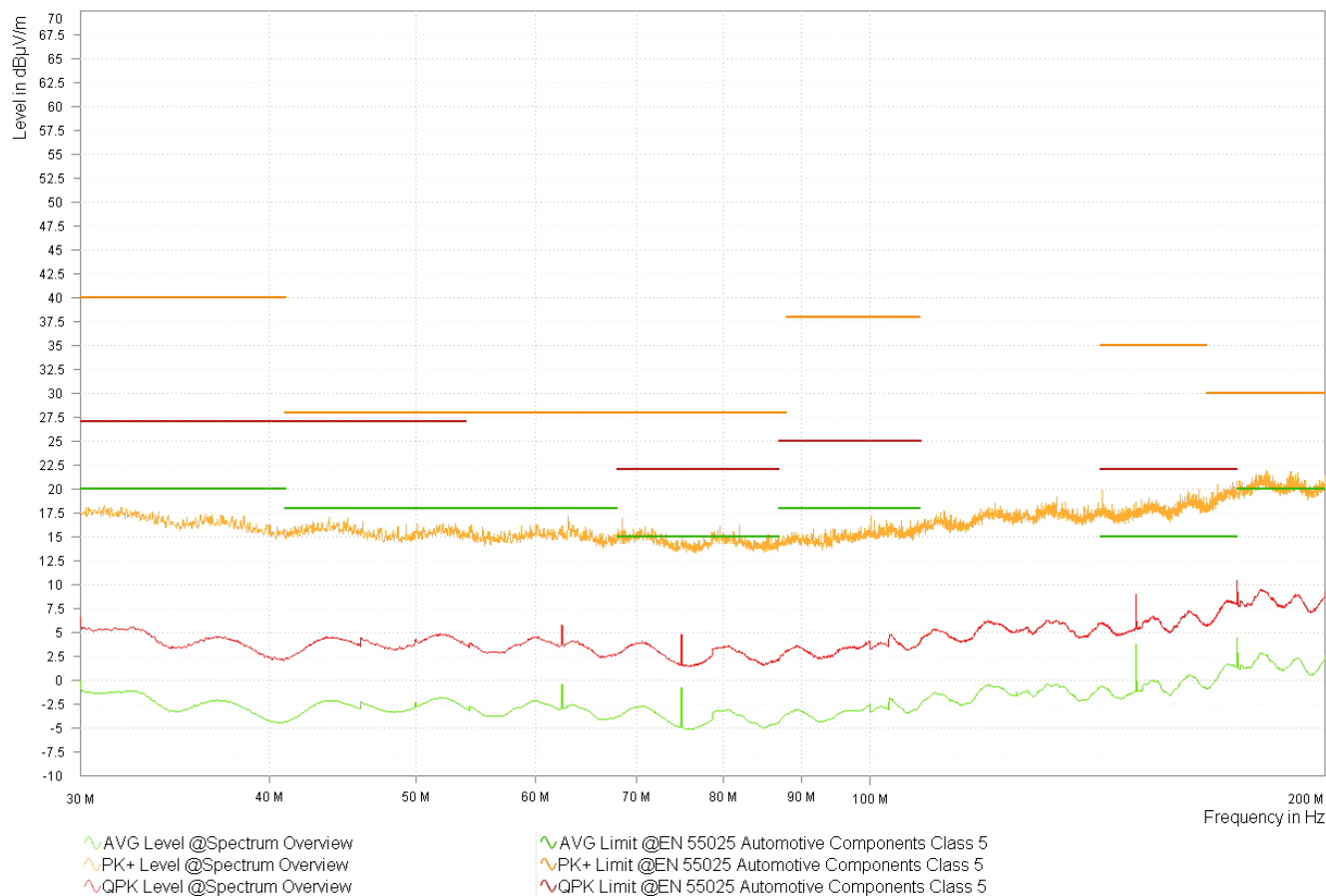


图 3-6. 型号 1 DLE - 3.3V - 频谱概述 - 双锥

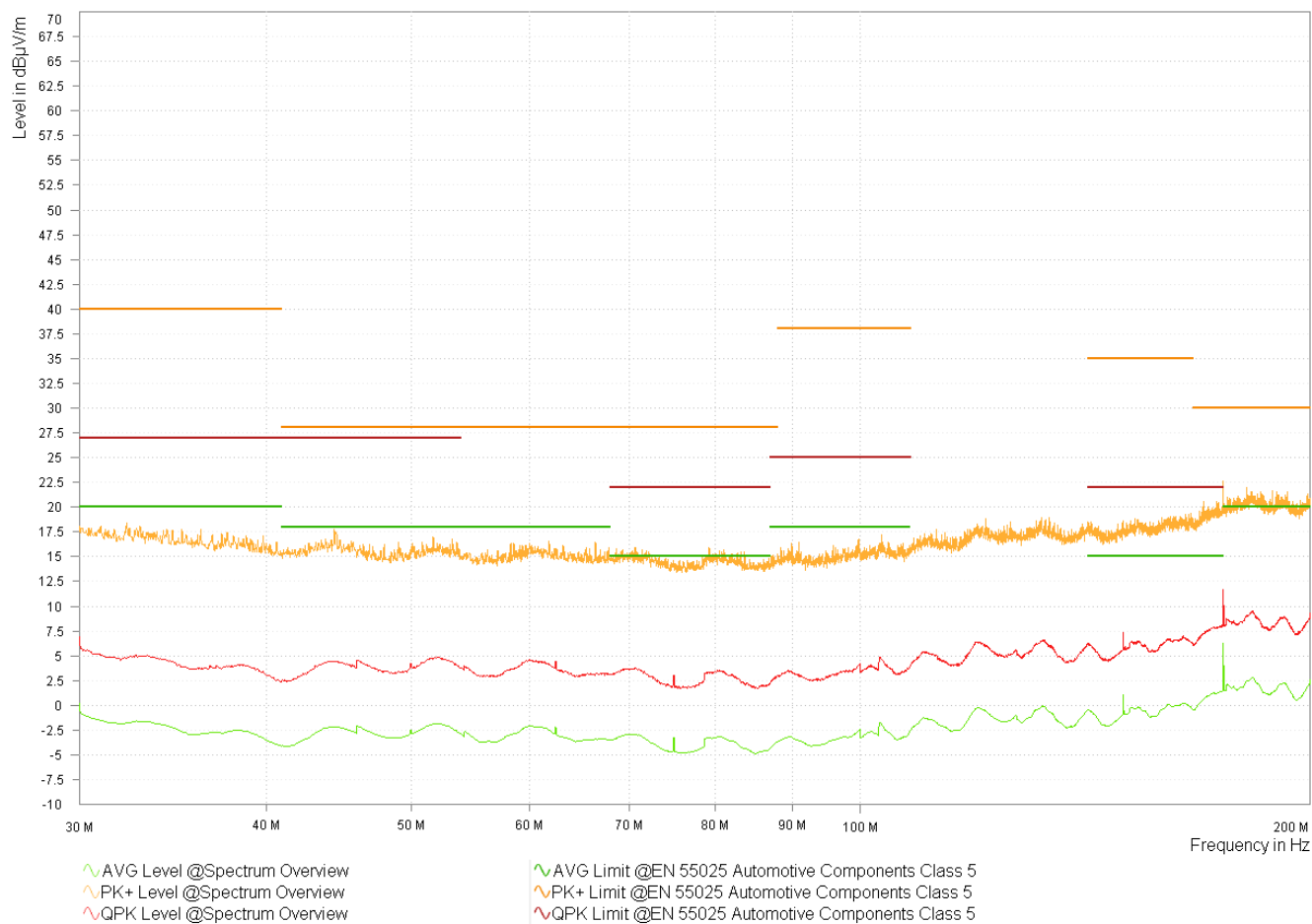


图 3-7. 型号 2 DLY - 3.3V - 频谱概述 - 双锥

3.2.3 对数周期

表 3-4. 电路板差异汇总表

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



图 3-8. 型号 1 DLE - 3.3V - 频谱概述 - 对数周期



图 3-9. 型号 2 DLY - 3.3V - 频谱概述 - 对数周期

3.2.4 喇叭

表 3-5. 电路板差异汇总表

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

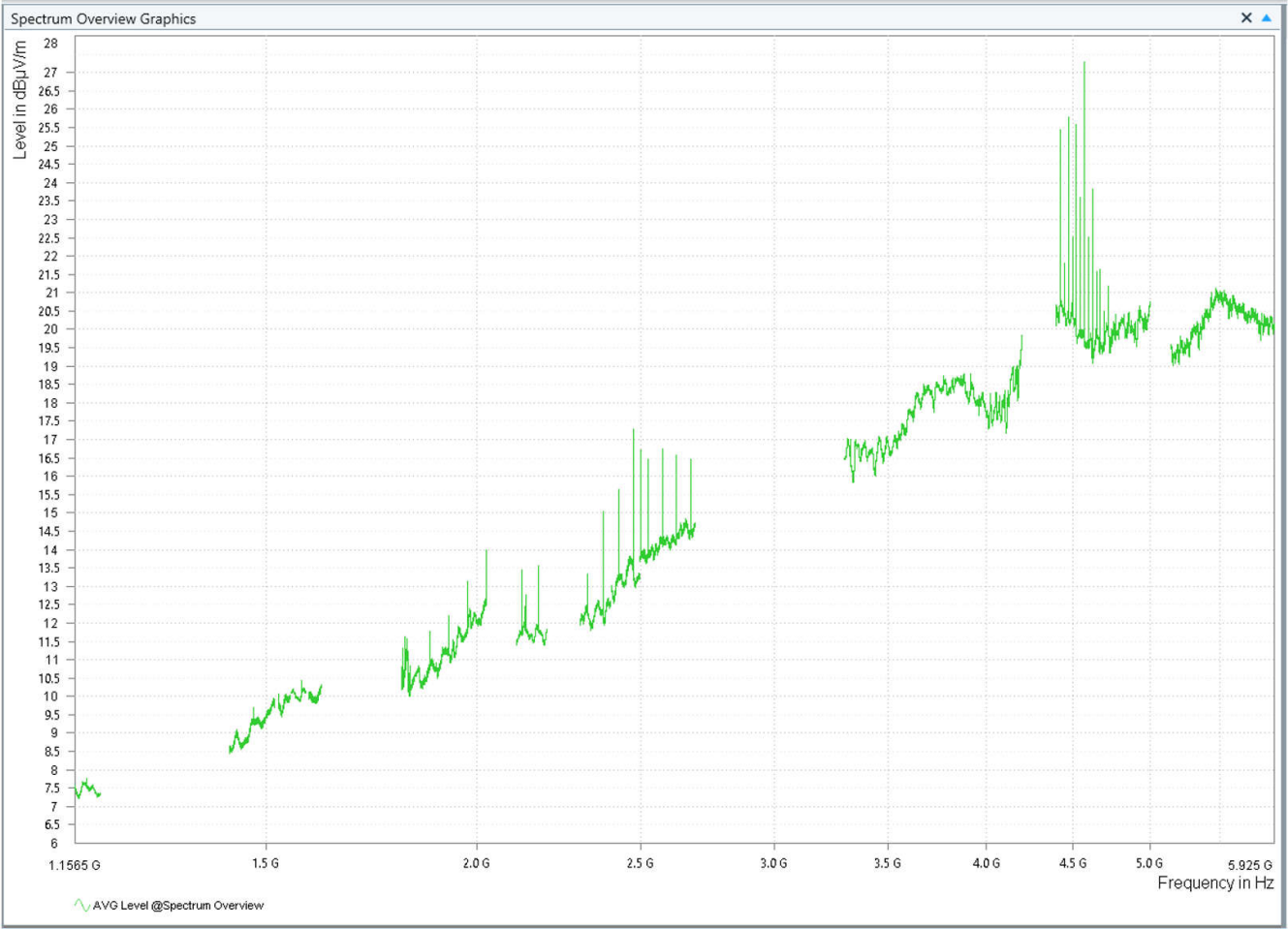


图 3-10. 型号 1 DLE - 3.3V - 水平频谱概述 - 喇叭

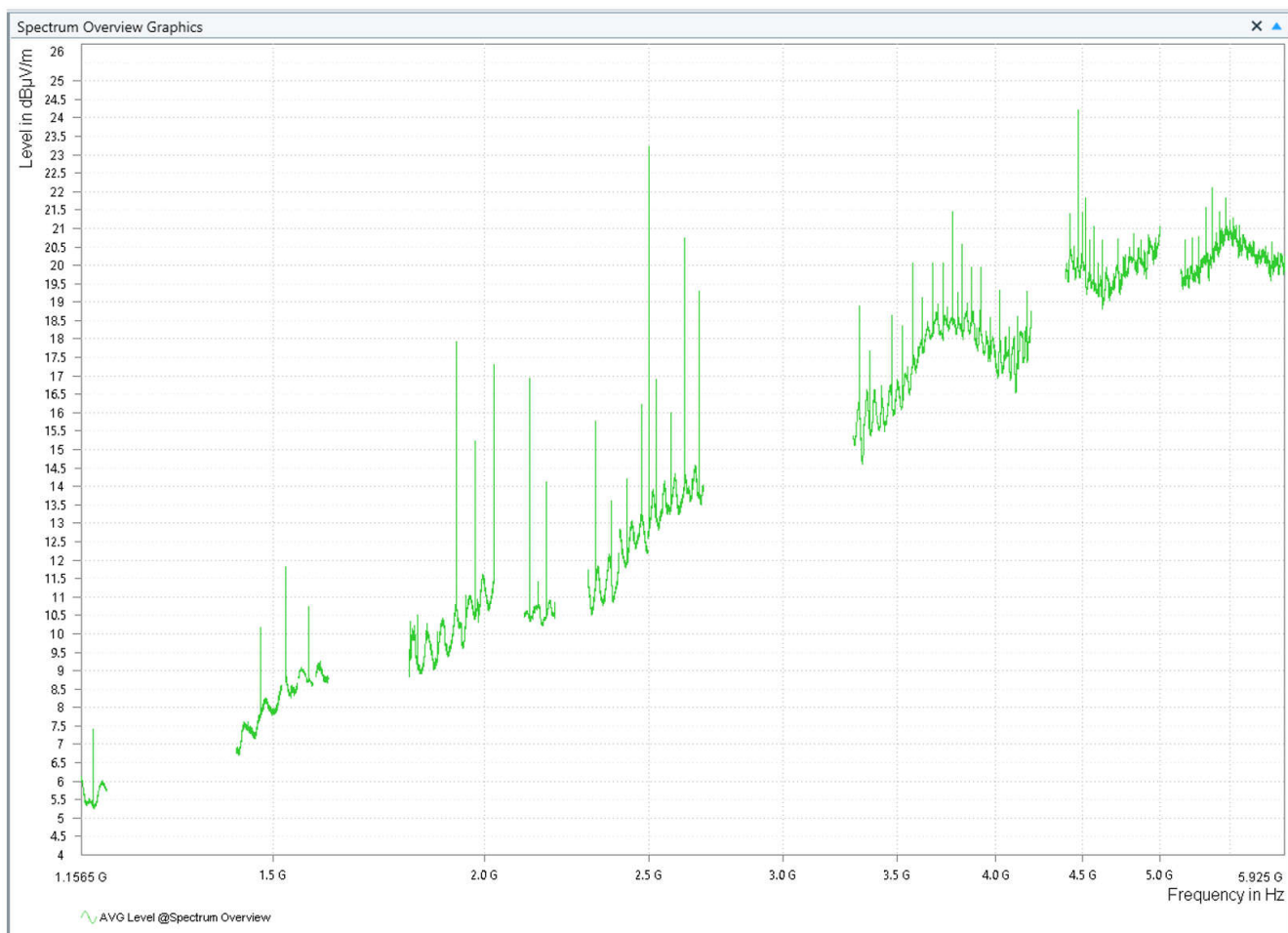


图 3-11. 型号 1 DLE - 3.3V - 垂直频谱概述 - 喇叭

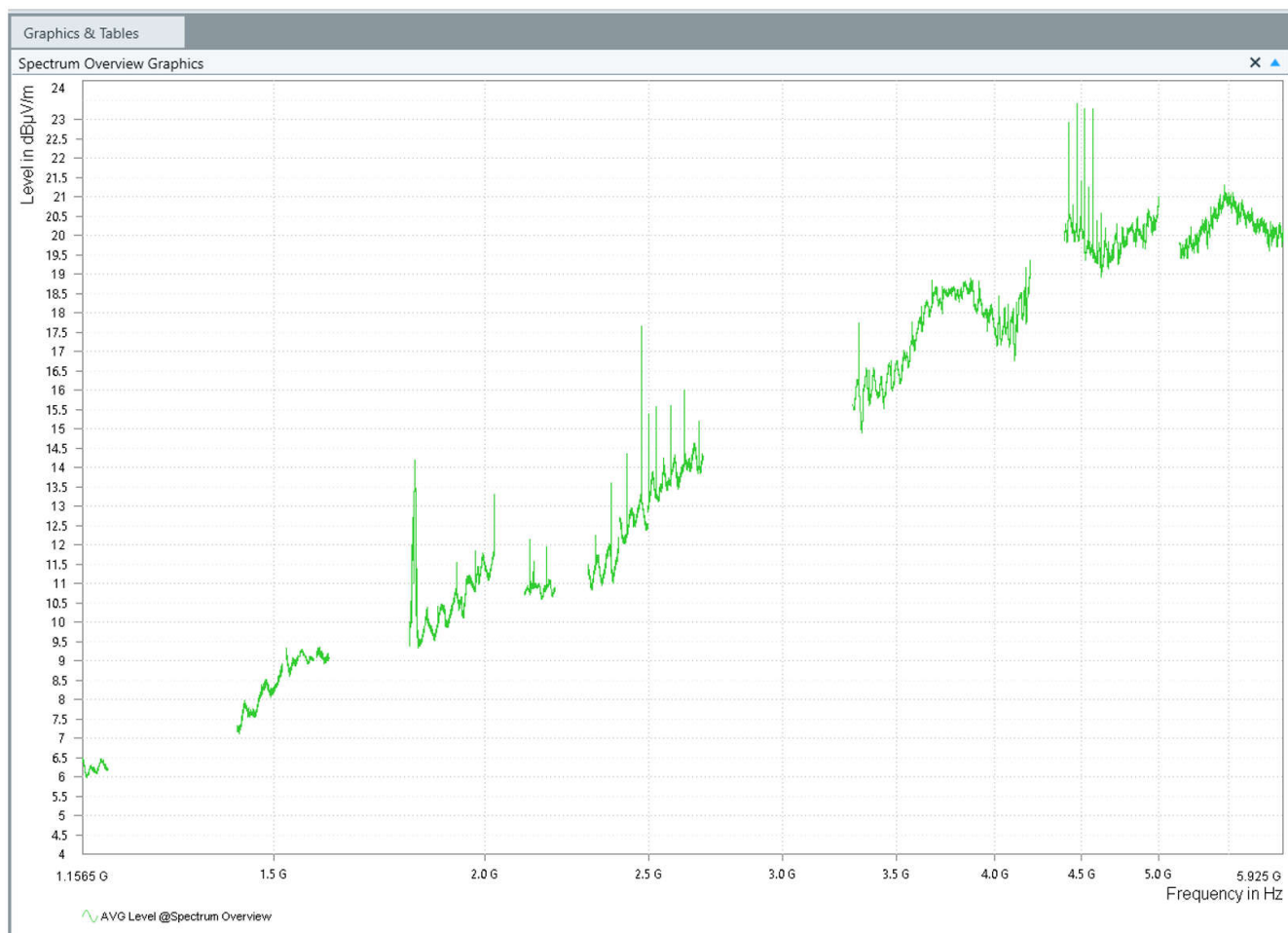


图 3-12. 型号 2 DLY - 3.3V - 水平频谱概述 - 喇叭

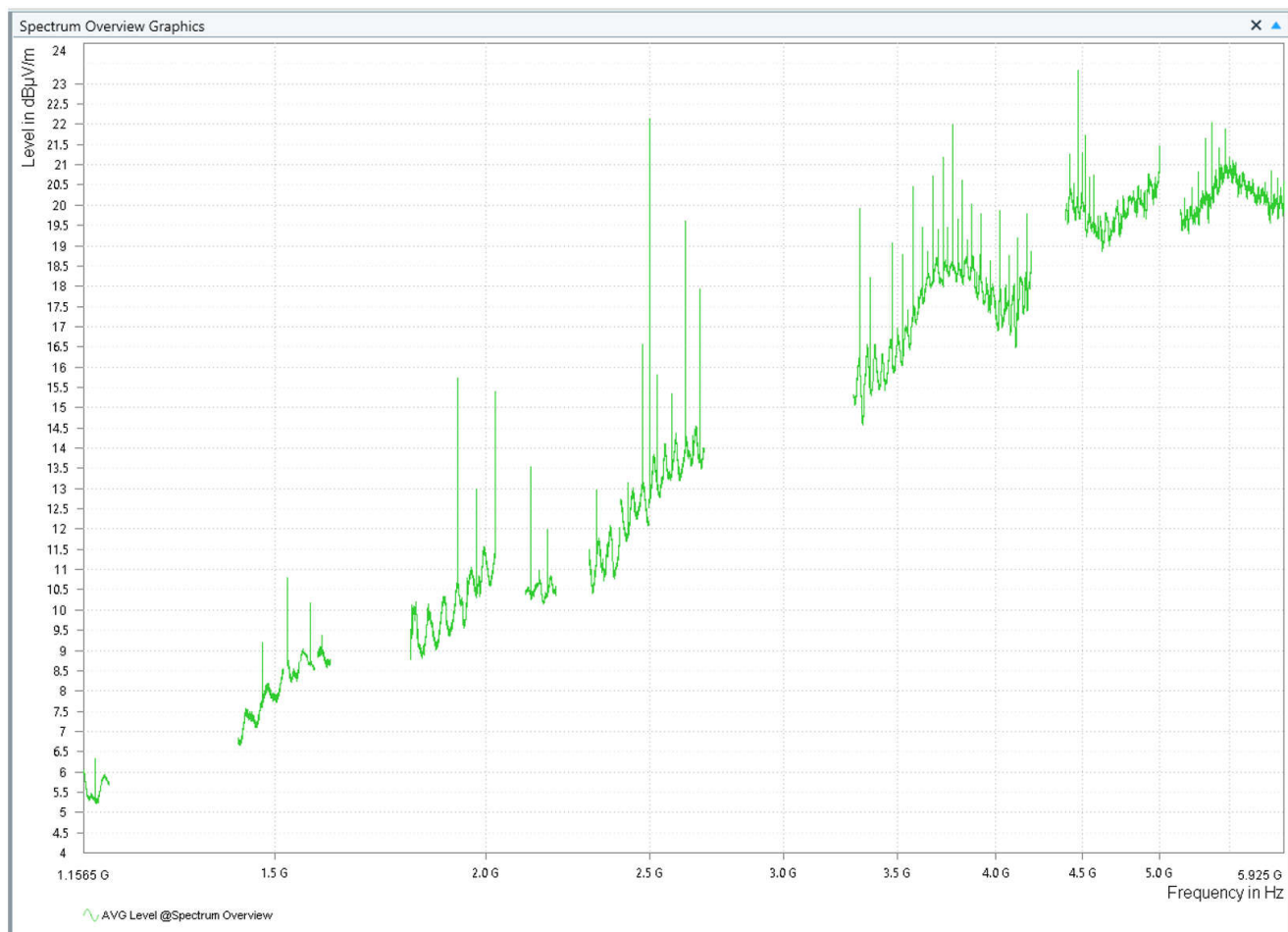


图 3-13. 型号 2 DLY - 3.3V -垂直频谱概述 - 喇叭

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 电压下，CDC6C 在除 BDS (1156.45MHz 至 1196.45MHz)、GPS L1 (1567.42MHz 至 1583.42MHz) 和 GLONASS L1 (1590.781MHz 至 1616.594MHz) 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 4 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 年 CISPR-25 标准](#)

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司