TRF1108 近直流至 8GHz 差分转单端射频放大器

1 特性

- 差分到单端 (D2S) 射频放大器
- 近直流至 8GHz
- 增益：2GHz 时为 15.5dB
- OP1dB：
  - 2GHz：12dBm
  - 6GHz：10dBm
- OIP3：
  - 2GHz：28dBm
  - 6GHz：28.5dBm
- 噪声系数 (NF) 和输入噪声频谱密度：
  - 2GHz：11dB 和 –163dBm/Hz
  - 6GHz：11.5dB 和 –162.5dBm/Hz
- HD2 和 HD3：
  - HD2 (1GHz)：2dBm 时为 –60dBc
  - HD3 (1GHz)：2dBm 时为 –58dBc
- 附加（残留）相位噪声：
  - 1GHz：10kHz 偏移时为 –154.6dBc/Hz
- 增益和相位不平衡：±0.6dB 和 ±2°
- 与 100Ω 匹配的差分输入
- 与 50Ω 匹配的单端输出
- 关断特性
- 5V 电源
- 有效电流：170mA

2 应用

- 与射频 DAC 的直接连接
- 航天和国防
- 相控阵雷达
- 军用无线电
- 4G 和 5G 无线 BTS
- 测试和测量
- 有源探头

3 说明

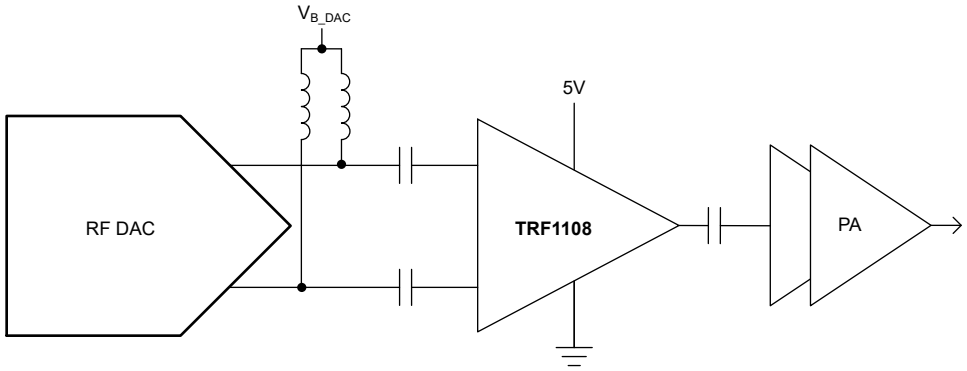
TRF1108 是一款超高性能差分转单端 (D2S) 放大器，专门针对射频 (RF) 应用进行了优化。当由高性能 DAC39RF10 或 AFE7950 等数模转换器 (DAC) 的输出驱动时，该器件非常适合需要 D2S 转换的应用。片上匹配元件可对印刷电路板 (PCB) 实现方案进行简化，并在可用带宽内提供超高性能。此器件采用德州仪器 (TI) 先进的互补 BiCMOS 工艺制造，并采用节省空间的 WQFN-FCRLF 2mm x 2mm 封装。

TRF1108 的主要用例是交流耦合应用，其中该器件使用单个 5V 电源供电，并具有在内部设置的共模电压（可简化偏置）。借助应用电路来设置输入共模电压，并且通过使用双电源，放大器可以实现直流耦合。断电功能还有助于实现节能。

封装信息

器件型号(1)	封装	封装尺寸(2)
TRF1108	RPV（WQFN-FCRLF，12）	2mm × 2mm

(1) 有关更多信息，请参阅节 10。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚。



由射频 DAC 驱动的 TRF1108

本资源的原文使用英文撰写。为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

内容

1 特性.....1
2 应用.....1
3 说明.....1
4 引脚配置和功能.....3
5 规格.....4
5.1 绝对最大额定值.....4
5.2 ESD 等级.....4
5.3 建议运行条件.....4
5.4 热性能信息.....4
5.5 电气特性.....5
5.6 典型特性.....8
6 详细说明.....18
6.1 概述.....18
6.2 功能方框图.....18
6.3 特性说明.....18
6.4 器件功能模式.....19
7 应用和实施.....20
7.1 应用信息.....20
7.2 典型应用.....20
7.3 电源相关建议.....22
7.4 布局.....22
8 器件和文档支持.....25
8.1 文档支持.....25
8.2 接收文档更新通知.....25
8.3 支持资源.....25
8.4 商标.....25
8.5 静电放电警告.....25
8.6 术语表.....25
9 修订历史记录.....25
10 机械、封装和可订购信息.....25

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

4 引脚配置和功能

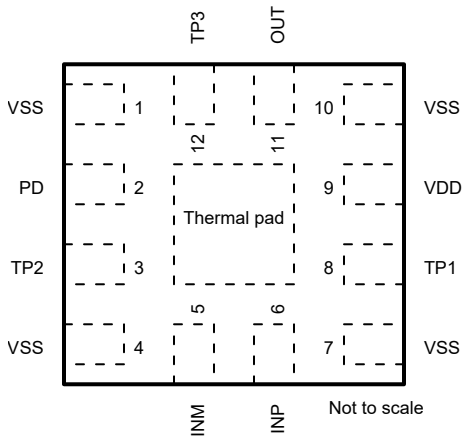


图 4-1. RPV 封装，12 引脚 WQFN-FCRLF（顶视图）

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
名称	编号		
INM	5	输入	差分信号输入，负
INP	6	输入	差分信号输入，正
OUT	11	输出	单端输出
PD	2	输入	断电信号。支持 1.8V 和 3.3V 逻辑输入（以 VSS 为基准）。 0 = 启用芯片 1 = 断电
TP1	8	—	测试引脚。连接到 VSS
TP2	3	—	测试引脚。连接到 VSS
TP3	12	—	测试引脚。连接到 VSS
VDD	9	电源	正电源引脚
VSS	1、4、7、10	电源	负电源引脚
散热焊盘	Pad	—	散热焊盘。连接到 VSS

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(1)

		最小值	最大值	单位
V_{SS}	负电源电压，以射频接地为基准	-3.8	0.3	V
V_{DD}	正电源电压	V_{SS} - 0.3	V_{SS} + 5.5	V
V_{PD}	断电引脚电压	V_{SS} – 0.3	V_{SS} + 3.7(2)	V
INP、INM	输入引脚电源		20(3)	dBm
T_J	结温	-40	150	ºC
T_{stg}	贮存温度	-40	150	ºC

(1) 超出*绝对最大额定值*运行可能会对器件造成永久损坏。*绝对最大额定值*并不表示器件在这些条件下或在*建议运行条件*以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出*建议运行条件*但在*绝对最大额定值*范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。
(2) 当 V_{DD} 存在时；否则，最大值为 V_{ss} + 0.3V。
(3) 当器件电源存在时；否则，请将器件引脚上的摆幅限制为 V_{ss} ± 0.3V。

5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，所有引脚(1)	±1000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准，所有引脚(2)	±250	

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
(2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

5.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

		最小值	标称值	最大值	单位
V_{SS}	负电源电压，以射频接地为基准	-3.5		0	V
V_{DD}	正电源电压	V_{SS} + 4.75	V_{SS} + 5	V_{SS} + 5.25	V
T_A	环境空气温度	-40	25		°C
T_J	结温			125	°C

5.4 热性能信息

热指标(1)		TRF1108 RPV (WQFN-FCRLF) 12 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	66.7	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	35.3	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	31.1	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	0.6	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	31.1	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳（底部）热阻	10.7	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅*半导体和 IC 封装热指标*应用报告。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性

T_A = 25ºC，采用 V_{DD} = 5V 的单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
交流性能						
Ssd21	增益	f = 0.5GHz		15.4		dB
		f = 2GHz		15.5		
		f = 4GHz		16.3		
		f = 6GHz		17.4		
		f = 8GHz		18		
Sdd11	输入回波损耗	f = 10MHz 至 8GHz		-15		dB
Sss22	输出回波损耗	f = 10MHz 至 8GHz		-12		dB
Sds12	反向隔离	f = 10MHz 至 8GHz		-45		dB
Imb_{GAIN}	增益不平衡	f = 10MHz 至 8GHz		±0.6		dB
Imb_{PHASE}	相位不平衡	f = 10MHz 至 8GHz		±2		度
CMRR	共模抑制比	f = 2GHz		-45		dB
OP1dB	输出 1dB 压缩点	f = 0.5GHz		12		dBm
		f = 2GHz		12		
		f = 4GHz		12		
		f = 6GHz		10		
		f = 8GHz		8		
NF	噪声系数	f = 0.5GHz		10.5		dB
		f = 2GHz		11		
		f = 4GHz		11		
		f = 6GHz		11.5		
		f = 8GHz		12.5		
OIP2	输出二阶截点	f = 0.5GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		63		dBm
		f = 1GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		57		
		f = 2GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		46		
		f = 4GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		34		

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性（续）

T_A = 25ºC，采用 V_{DD} = 5V 的单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
OIP3	输出三阶截取点	f = 0.5GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		32		dBm
		f = 2GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		28		
		f = 4GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		27		
		f = 6GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		28.5		
		f = 8GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		20		
HD2	二阶谐波失真	f = 0.5GHz，P_{OUT} = 2dBm		-68		dBc
		f = 1GHz，P_{OUT} = 2dBm		-60		
		f = 2GHz，P_{OUT} = 2dBm		-52		
		f = 4GHz，P_{OUT} = 2dBm		-39		
HD3	三阶谐波失真	f = 0.5GHz，P_{OUT} = 2dBm		-63		dBc
		f = 1GHz，P_{OUT} = 2dBm		-58		
		f = 2GHz，P_{OUT} = 2dBm		-51		
IMD2	二阶互调失真	f = 0.5GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		-67		dBc
		f = 1GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		-61		
		f = 2GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		-50		
		f = 4GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		-38		
IMD3	三阶互调失真	f = 0.5GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		-72		dBc
		f = 2GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		-64		
		f = 4GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		-62		
		f = 6GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		-65		
		f = 8GHz，P_{out} = –4dBm/子载波（10MHz 间隔）		-48		

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性（续）

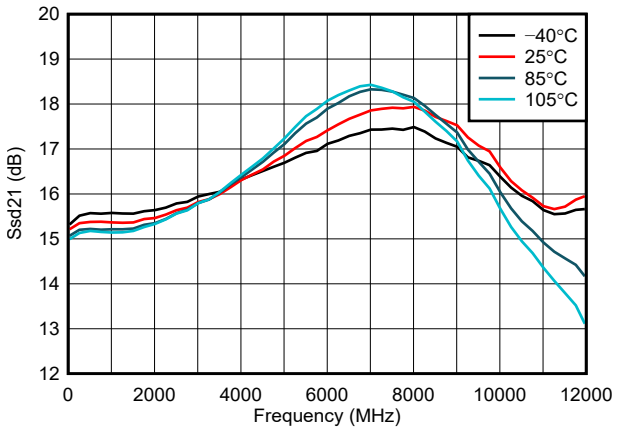
T_A = 25ºC，采用 V_{DD} = 5V 的单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
PN	附加（残留）相位噪声	f = 1GHz，P_{out} = 6dBm，100Hz 偏移		-138.9		dBc/Hz
		f = 1GHz，P_{out} = 6dBm，1kHz 偏移		-148		
		f = 1GHz，P_{out} = 6dBm，10kHz 偏移		-154.6		
DC 特性						
V_{ICM}	输入共模电压			V_{SS} + 1.34		V
V_{OB}	直流输出偏置电压			V_{DD} – 1.68		V
Z_I	差分输入阻抗	f = 直流（器件内部）		100		Ω
Z_O	单端输出阻抗	f = 直流（器件内部）		30		Ω
瞬态						
t_{REC}	过驱动恢复时间	使用 1.5ns 的 0.9Vp 差分输入脉冲持续时间		2		ns
电源						
I_{QA}	有效电流	V_{DD} 引脚上的电流，PD = 0		170		mA
I_{QPD}	关断静态电流	V_{DD} 引脚上的电流，PD = 1		13		mA
断电						
V_{PDHIGH}	PD 引脚逻辑高电平		V_{SS} + 1.45			V
V_{PDLOW}	PD 引脚逻辑低电平				V_{SS} + 0.8	V
I_{PDBIAS}	PD 偏置电流	PD 引脚上的电流，PD = 高电平（1.8V 逻辑）		40	75	μA
		PD 引脚上的电流，PD = 高电平（3.3V 逻辑）		200	250	μA
C_{PD}	PD 引脚电容			2		pF

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

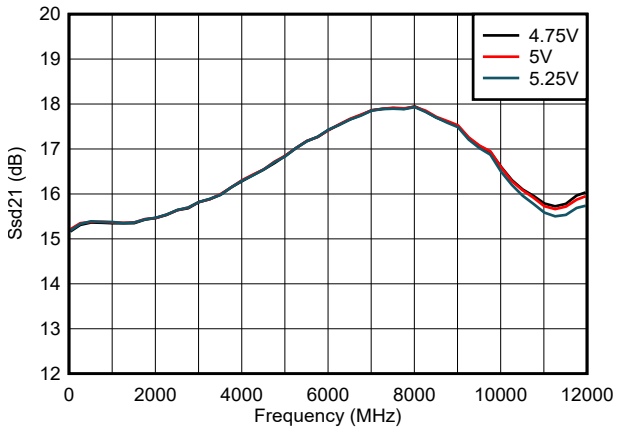
5.6 典型特性

T_A = 25°C，温度曲线指定环境问题，采用 V_{DD} = 5V 单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）



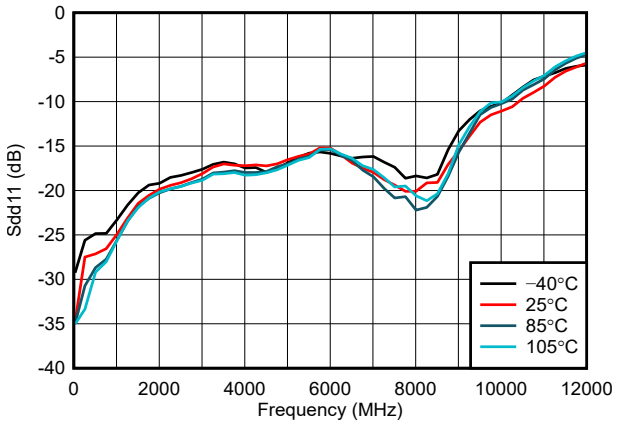
3 端口 VNA 测量，–20dBm 功率/端口

图 5-1. 整个温度范围内的增益



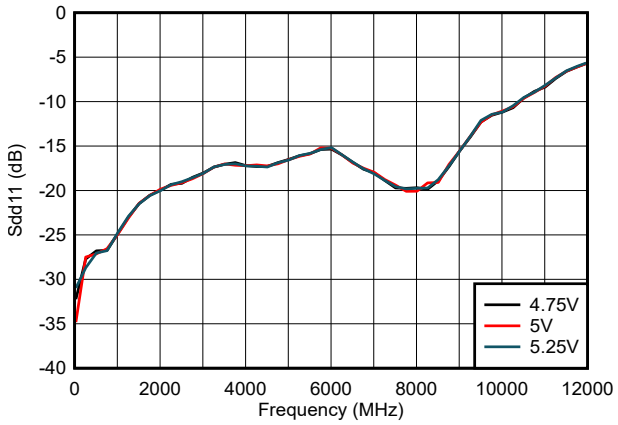
3 端口 VNA 测量，–20dBm 功率/端口

图 5-2. 整个电源电压范围内的增益



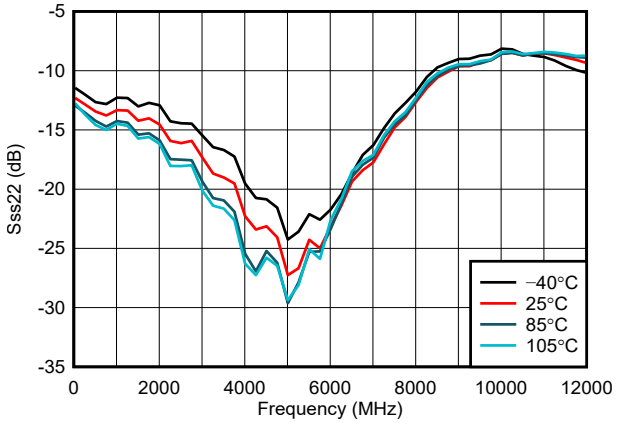
3 端口 VNA 测量，–20dBm 功率/端口

图 5-3. 整个温度范围内的输入回波损耗



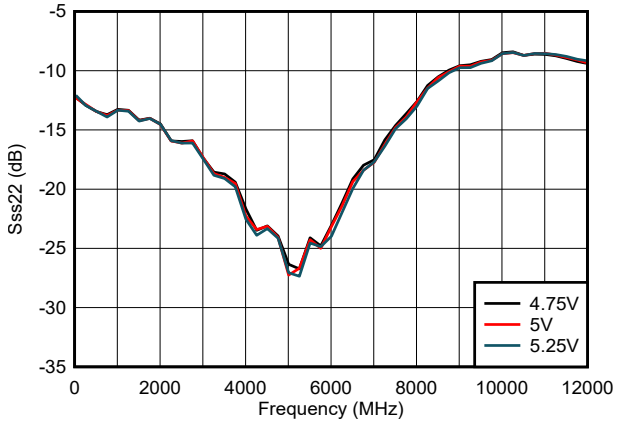
3 端口 VNA 测量，–20dBm 功率/端口

图 5-4. 整个电源电压范围内的输入回波损耗



3 端口 VNA 测量，–20dBm 功率/端口

图 5-5. 整个温度范围内的输出回波损耗



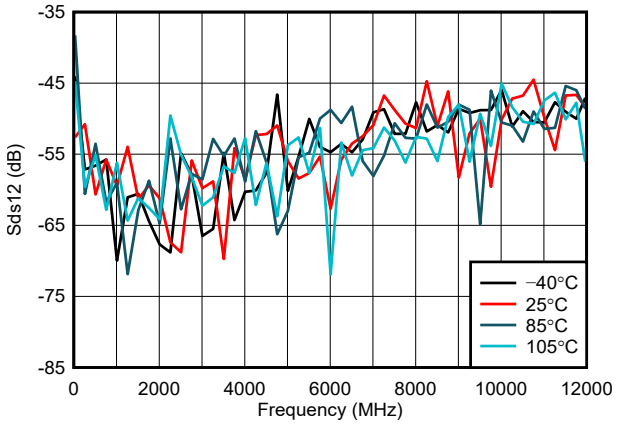
3 端口 VNA 测量，–20dBm 功率/端口

图 5-6. 整个电源电压范围内的输出回波损耗

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

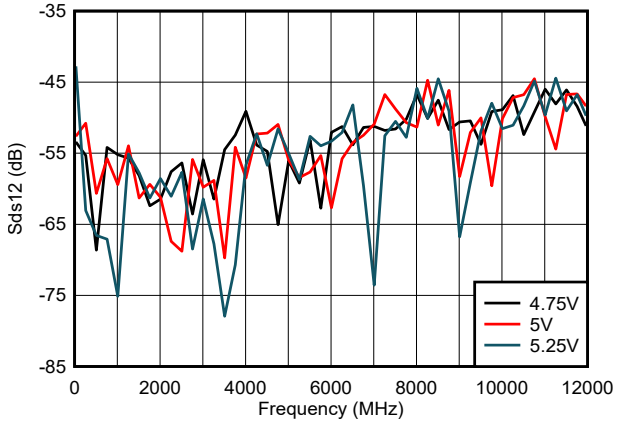
5.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，温度曲线指定环境问题，采用 V_{DD} = 5V 单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）



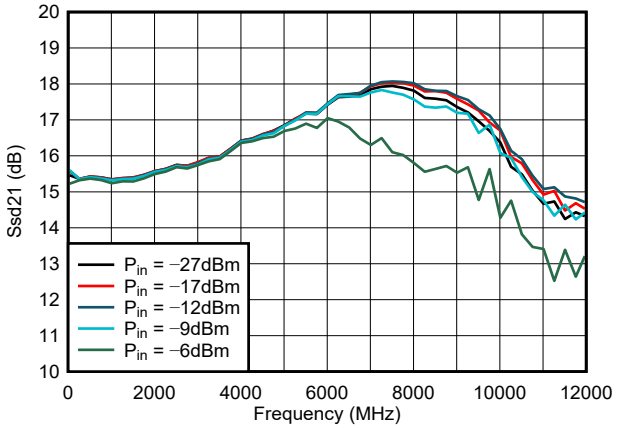
3 端口 VNA 测量，–20dBm 功率/端口

图 5-7. 整个温度范围内的反向隔离



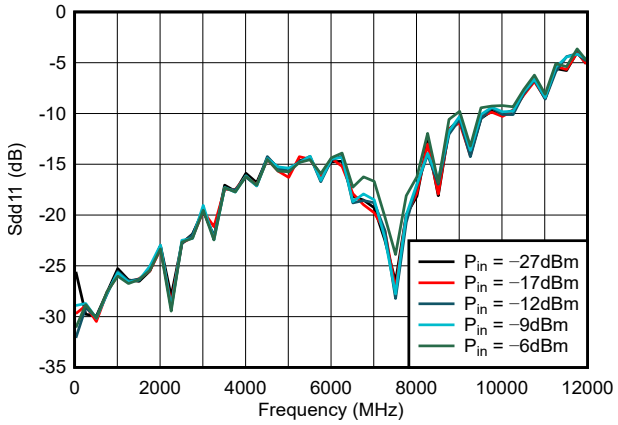
3 端口 VNA 测量，–20dBm 功率/端口

图 5-8. 整个电源电压范围内的反向隔离



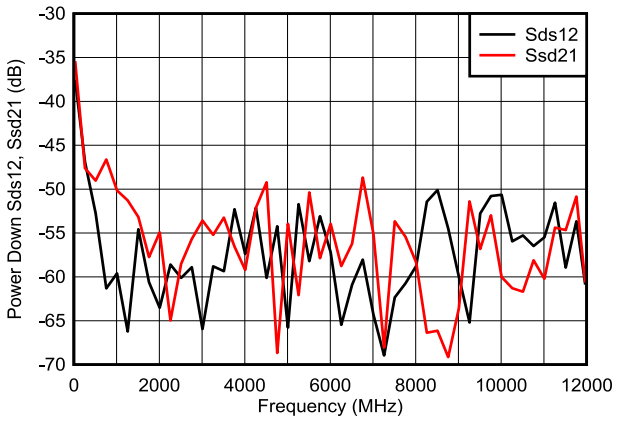
具有 100Ω 阻抗的差分输入

图 5-9. 整个输入功率范围内的增益



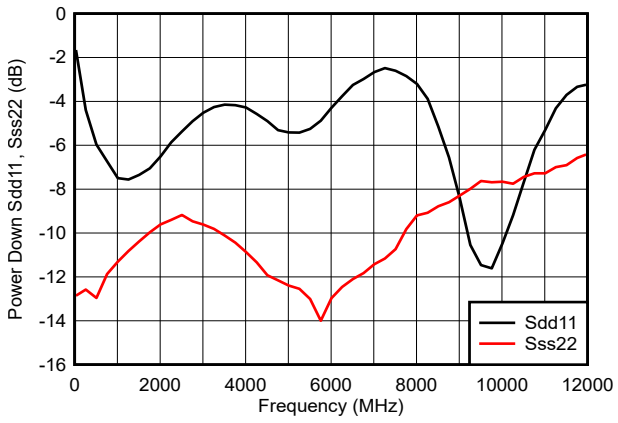
具有 100Ω 阻抗的差分输入

图 5-10. 整个输入功率范围内的输入回波损耗



3 端口 VNA 测量，–20dBm 功率/端口

图 5-11. 断电正向增益和反向隔离



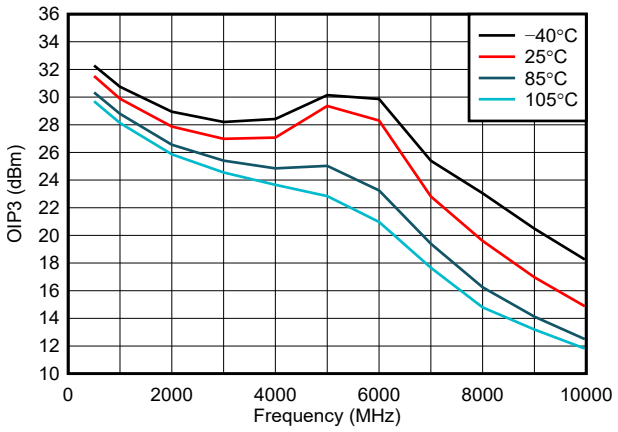
3 端口 VNA 测量，–20dBm 功率/端口

图 5-12. 断电输入和输出回波损耗

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

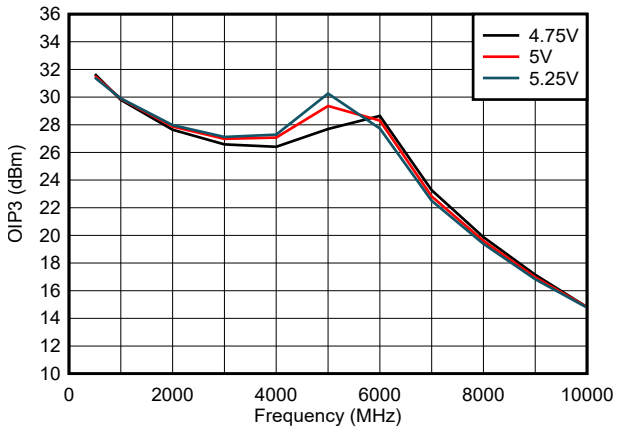
5.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，温度曲线指定环境问题，采用 V_{DD} = 5V 单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）



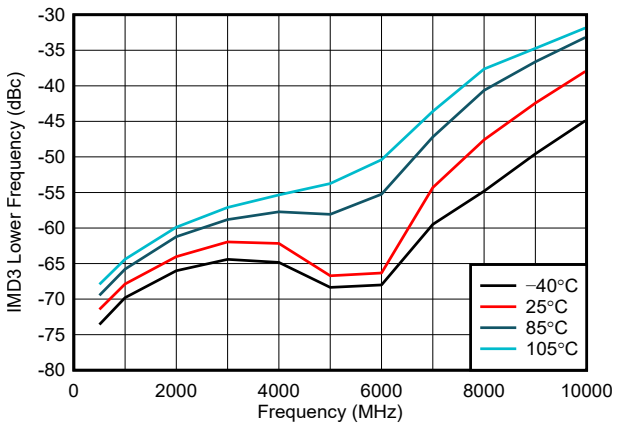
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-13. 整个温度范围内的 OIP3



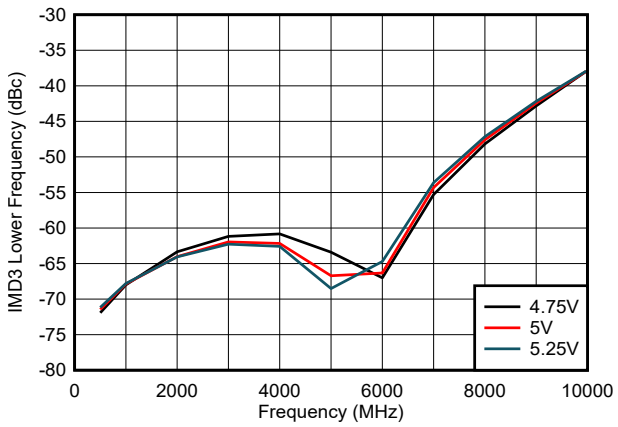
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-14. 整个电源电压范围内的 OIP3



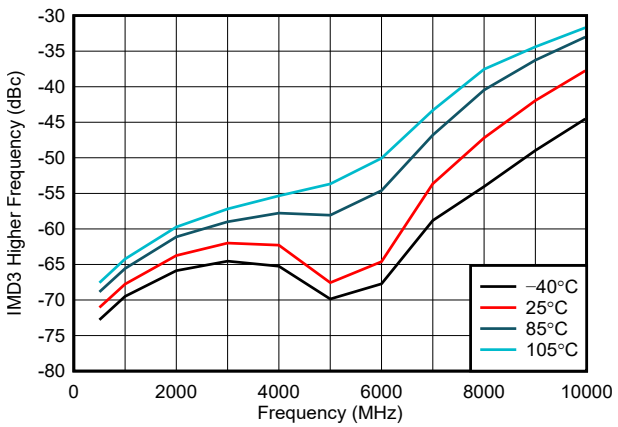
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-15. 整个温度范围内的 IMD3 更低



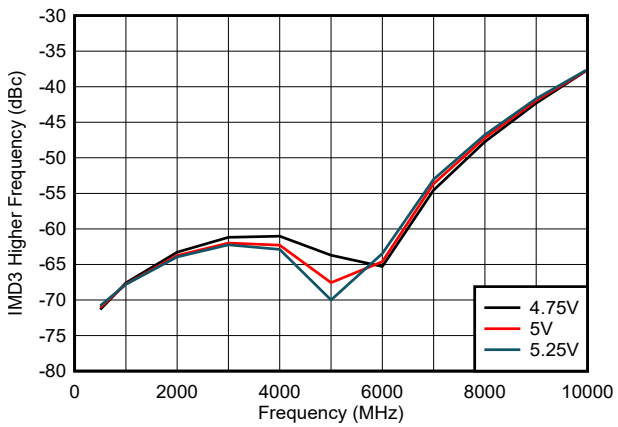
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-16. 整个电源电压范围内的 IMD3 更低



P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-17. 整个温度范围内的 IMD3 更高



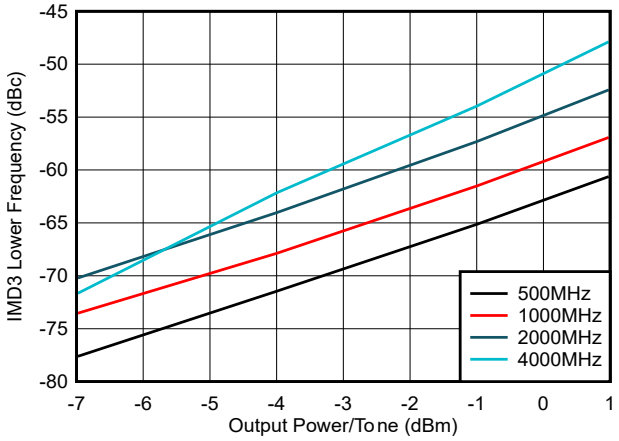
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-18. 整个电源电压范围内的 IMD3 更高

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

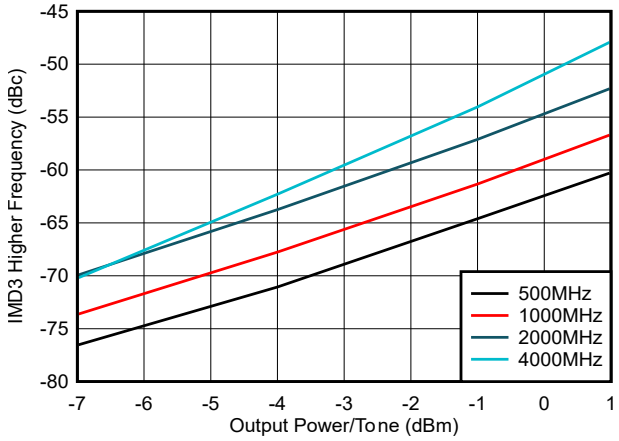
5.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，温度曲线指定环境问题，采用 V_{DD} = 5V 单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）



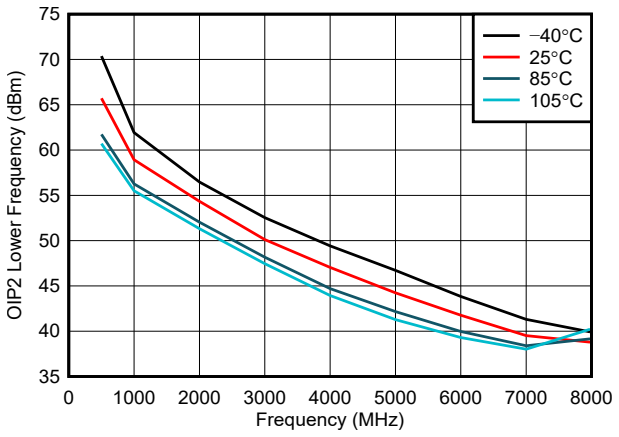
10MHz 频率间隔

图 5-19. 整个输出功率范围内的 IMD3 较低



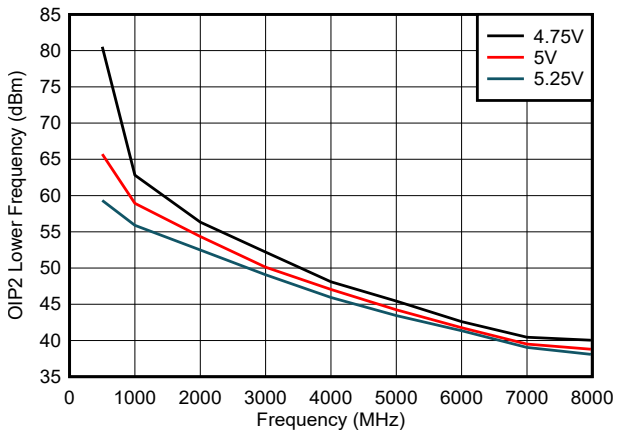
10MHz 频率间隔

图 5-20. 整个输出功率范围内的 IMD3 较高



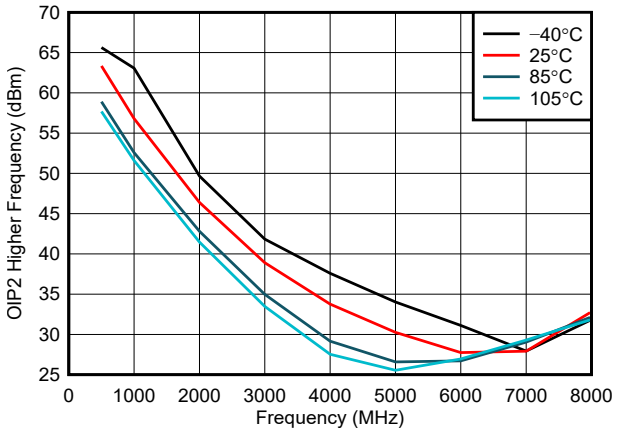
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-21. 整个温度范围内的 OIP2 更低



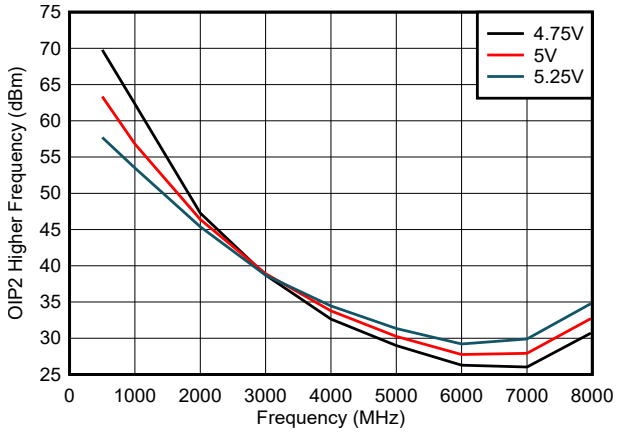
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-22. 整个电源电压范围内的 OIP2 更低



P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-23. 整个温度范围内的 OIP2 更高



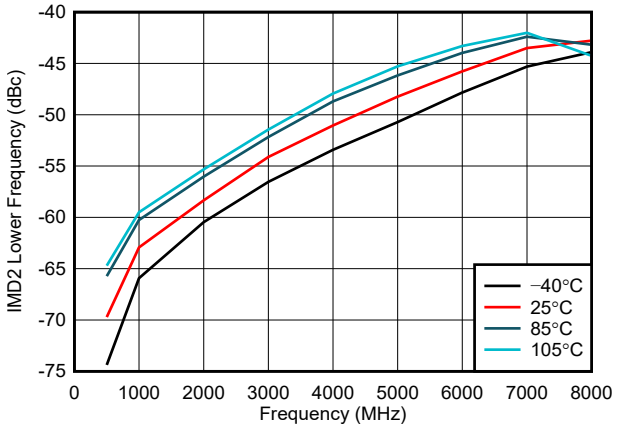
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-24. 整个电源电压范围内的 OIP2 更高

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

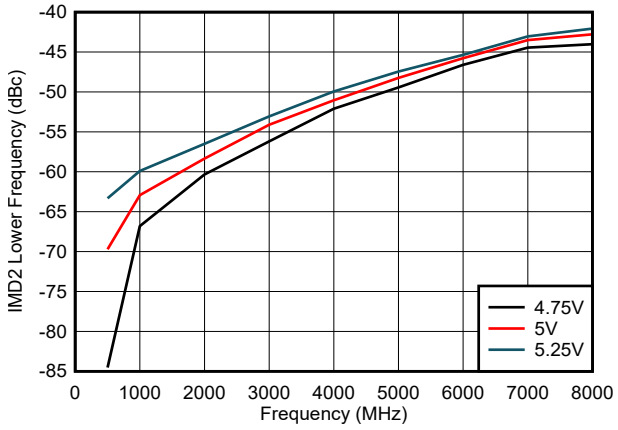
5.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，温度曲线指定环境问题，采用 V_{DD} = 5V 单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）



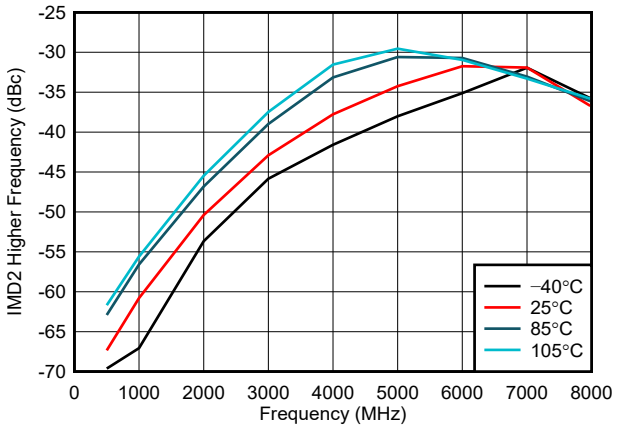
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-25. 整个温度范围内的 IMD2 更低



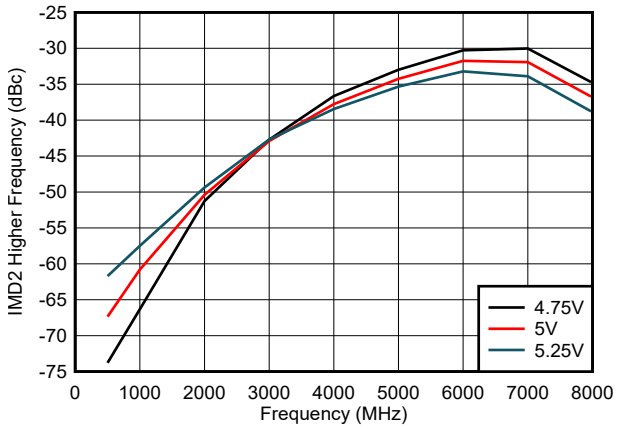
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-26. 整个电源电压范围内的 IMD2 更低



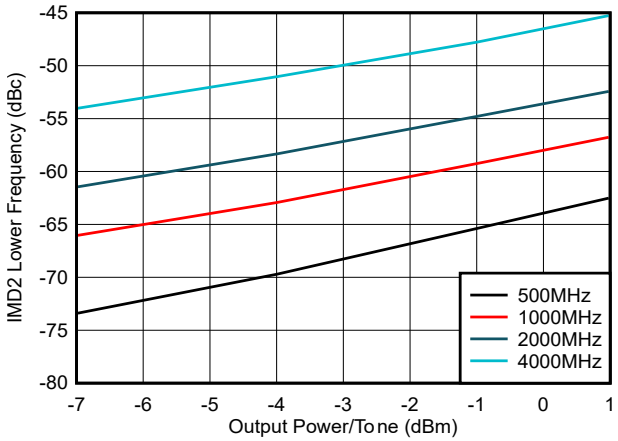
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-27. 整个温度范围内的 IMD2 更高



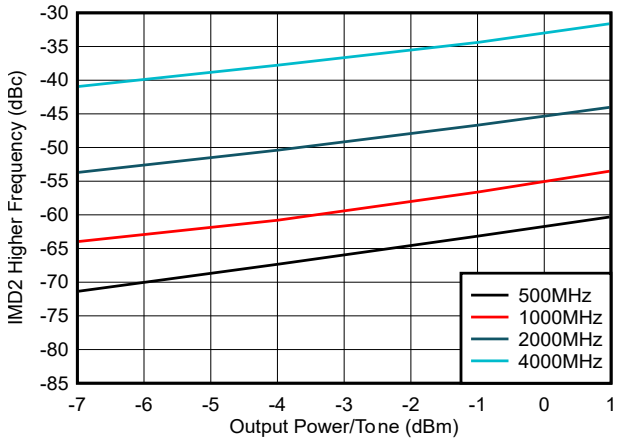
P_{out} = 4dBm/子载波，10MHz 间隔

图 5-28. 整个电源电压范围内的 IMD2 更高



10MHz 频率间隔

图 5-29. 整个输出功率范围内的 IMD2 较低



10MHz 频率间隔

图 5-30. 整个输出功率范围内的 IMD2 较高

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，温度曲线指定环境问题，采用 V_{DD} = 5V 单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）

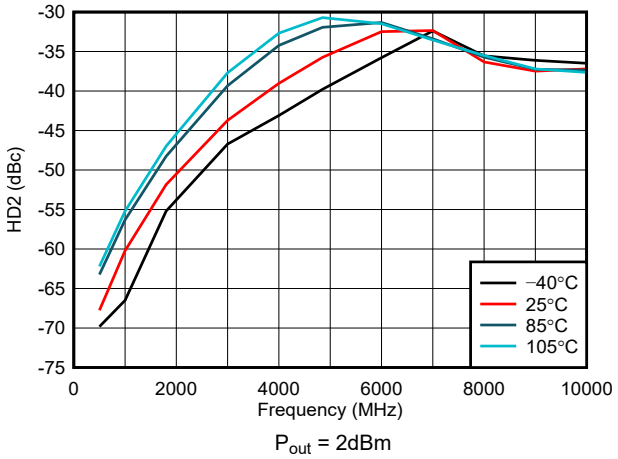


图 5-31. 整个温度范围内的 HD2

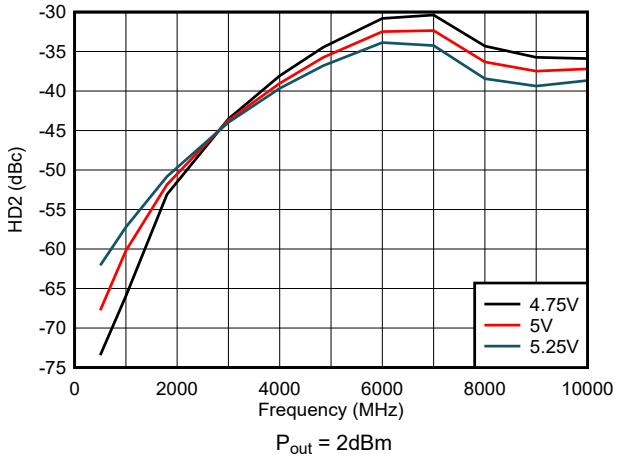


图 5-32. 整个电源电压范围内的 HD2

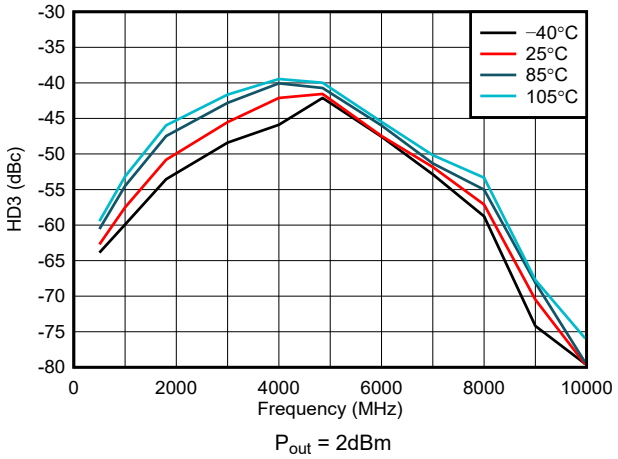


图 5-33. 整个温度范围内的 HD3

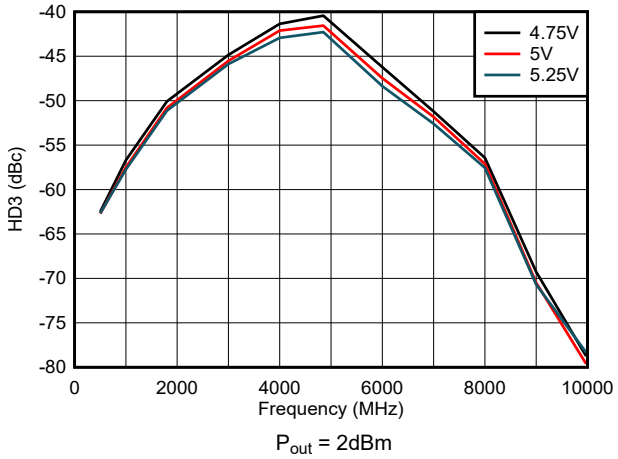


图 5-34. 整个电源电压范围内的 HD3

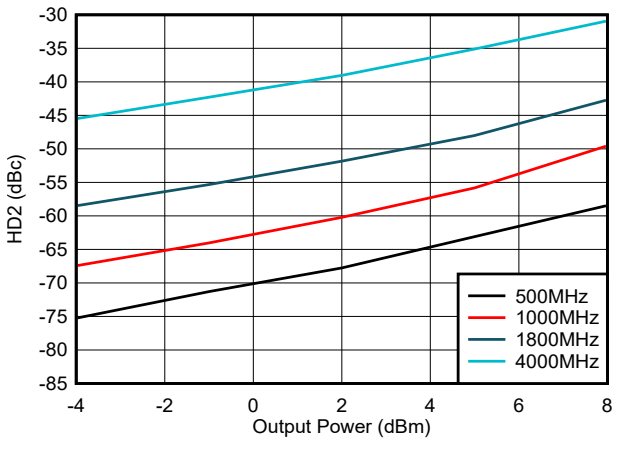


图 5-35. 整个输出功率范围内的 HD2

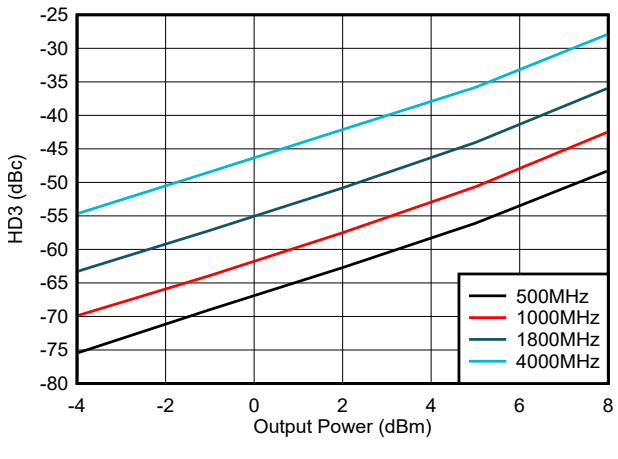


图 5-36. 整个输出功率范围内的 HD3

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，温度曲线指定环境问题，采用 V_{DD} = 5V 单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）

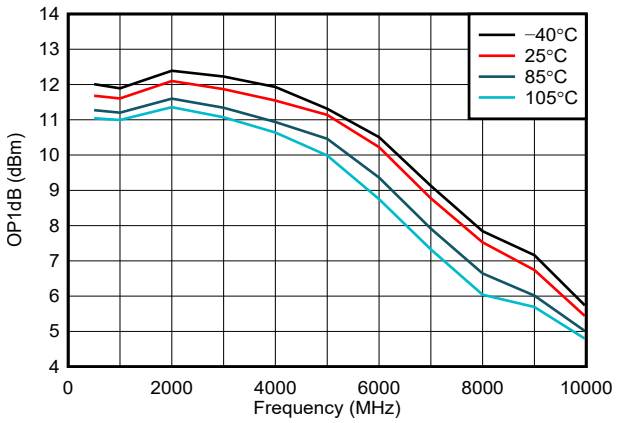


图 5-37. 整个温度范围内的 OP1dB

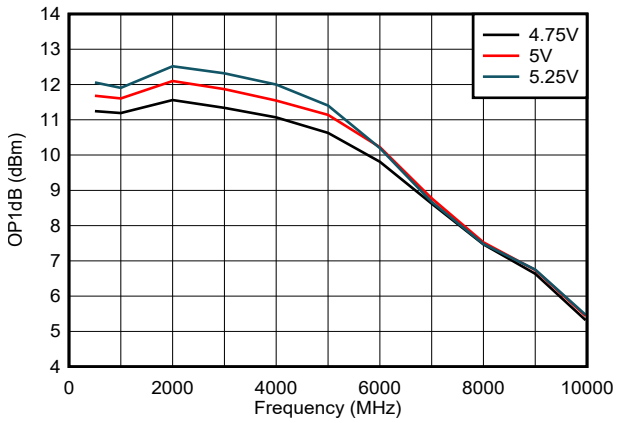


图 5-38. 整个电源电压范围内的 OP1dB

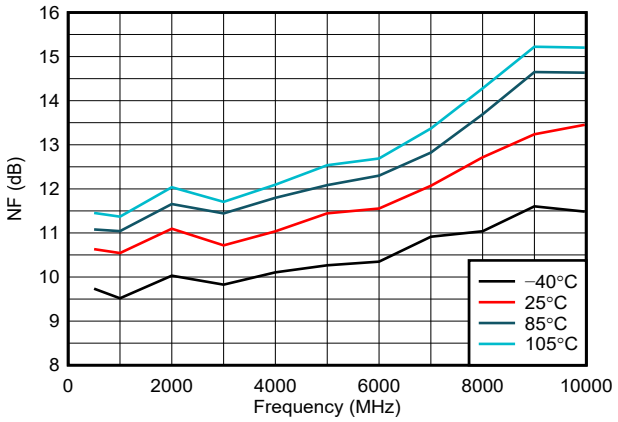


图 5-39. 整个温度范围内的 NF

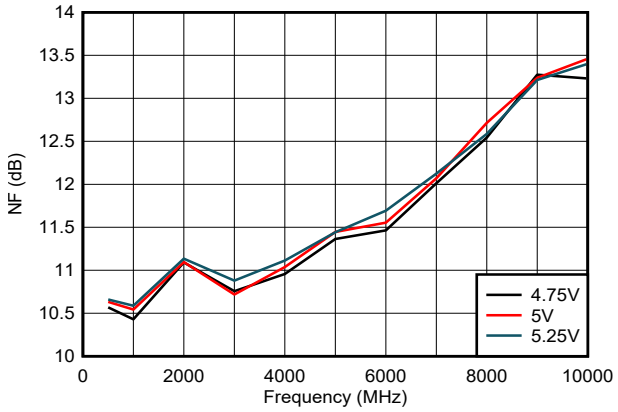


图 5-40. 整个电源电压范围内的 NF

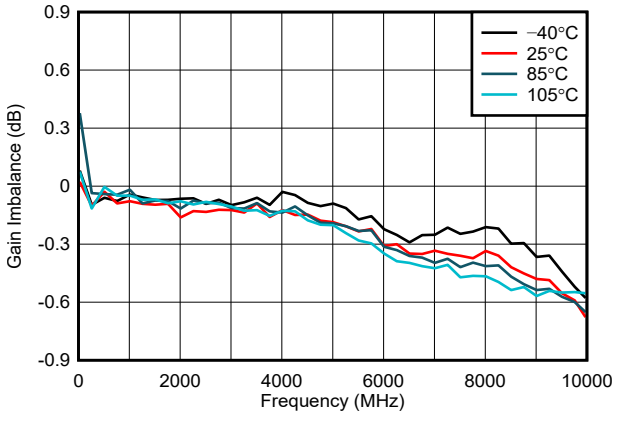


图 5-41. 整个温度范围内的增益不平衡

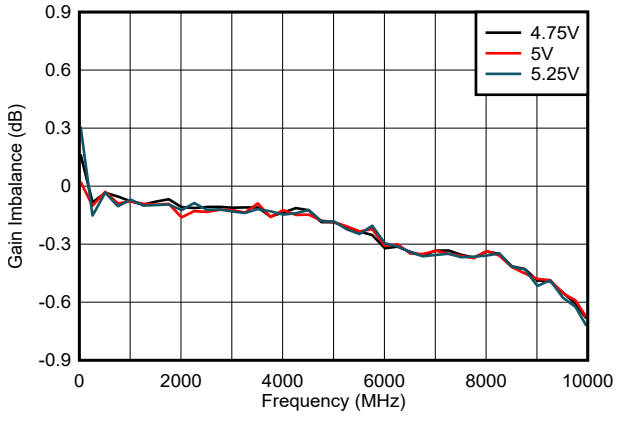


图 5-42. 整个电源电压范围内的增益不平衡

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，温度曲线指定环境问题，采用 V_{DD} = 5V 单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）

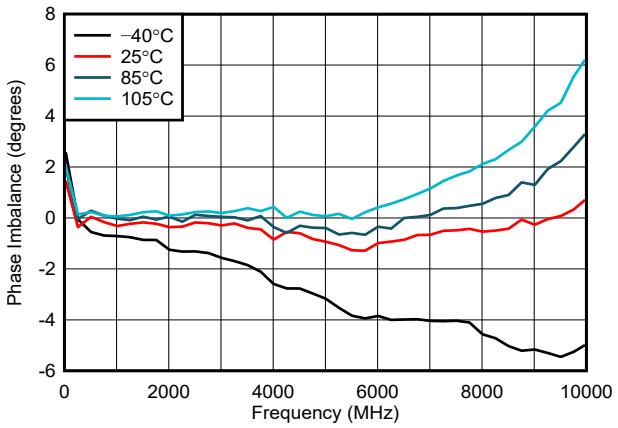


图 5-43. 整个温度范围内的相位不平衡

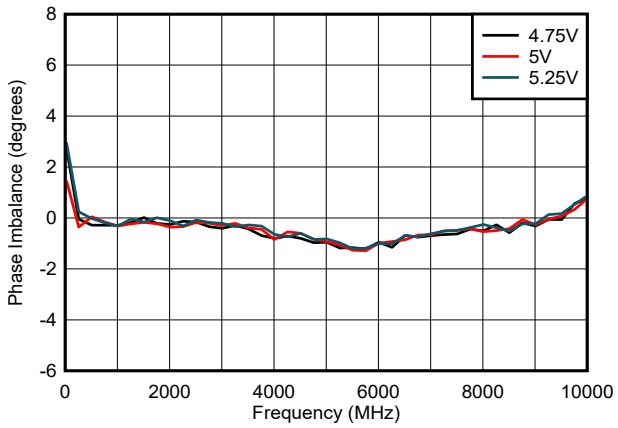


图 5-44. 整个电源电压范围内的相位不平衡

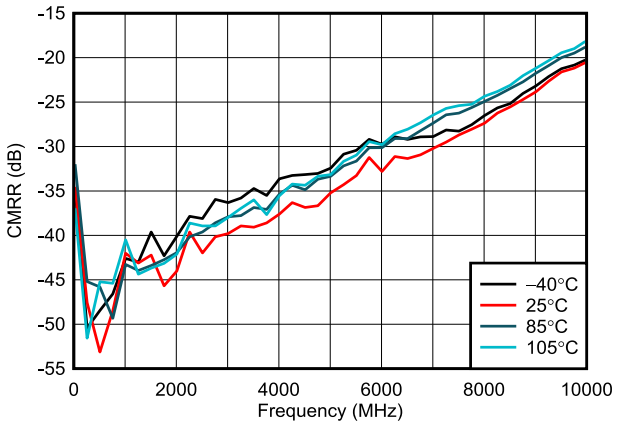


图 5-45. 整个温度范围内的 CMRR

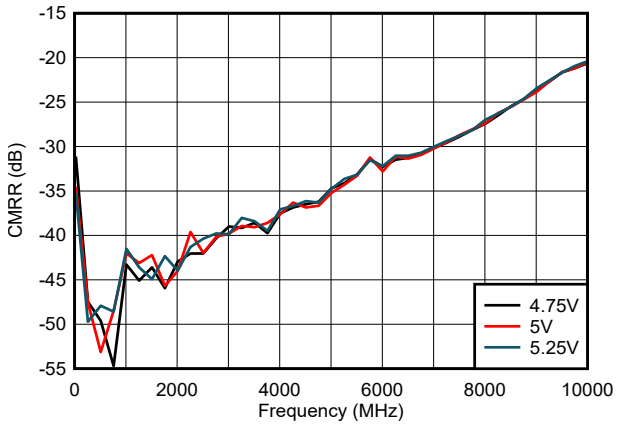
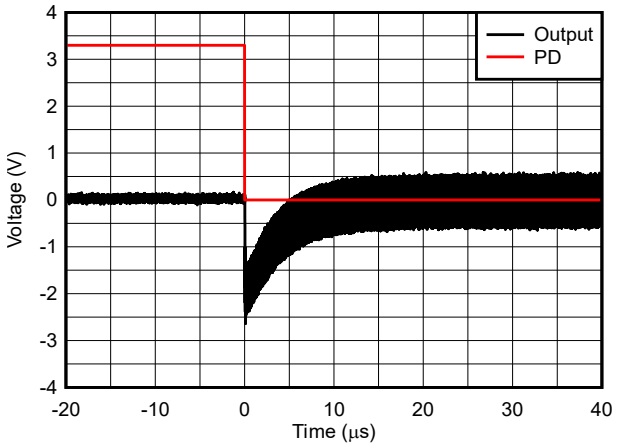
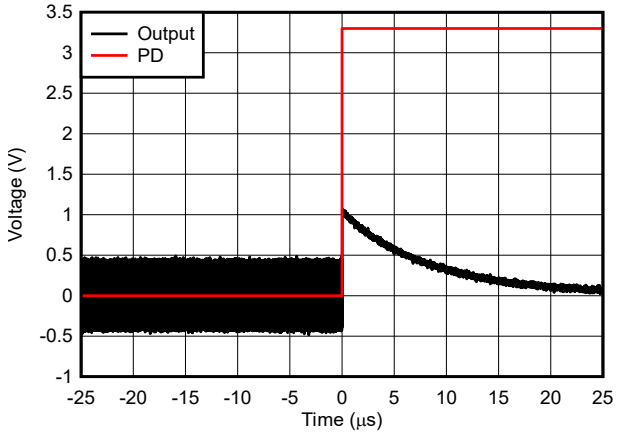


图 5-46. 整个电源电压范围内的 CMRR



f = 500MHz，100nF 交流耦合电容器

图 5-47. 开通时间



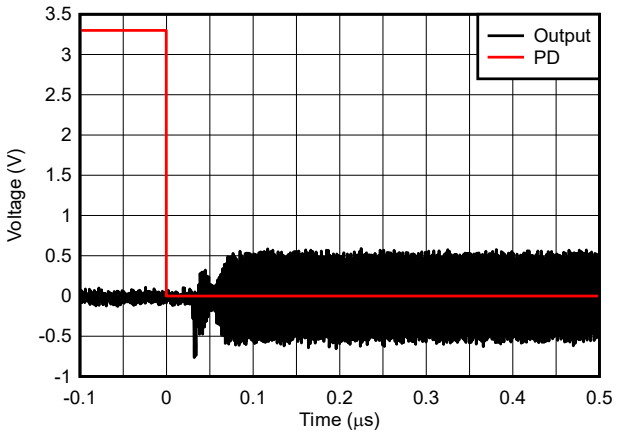
f = 500MHz，100nF 交流耦合电容器

图 5-48. 关断时间

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

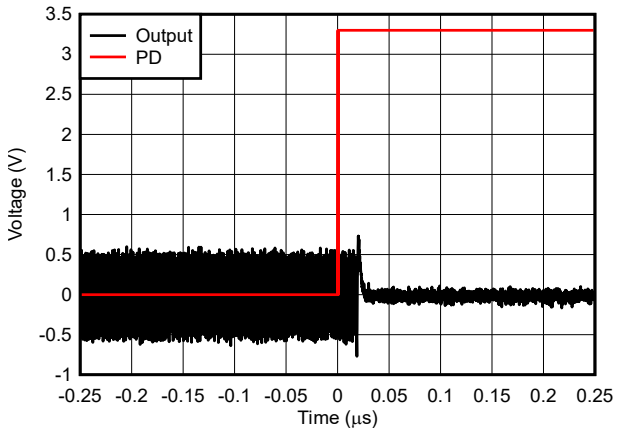
5.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，温度曲线指定环境问题，采用 V_{DD} = 5V 单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）



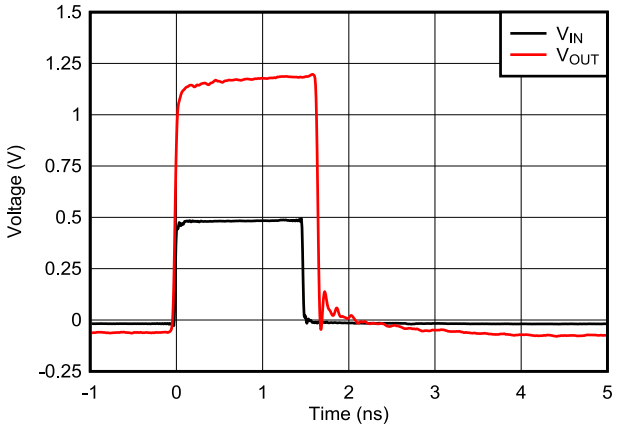
f = 500MHz，22pF 交流耦合电容器

图 5-49. 开通时间



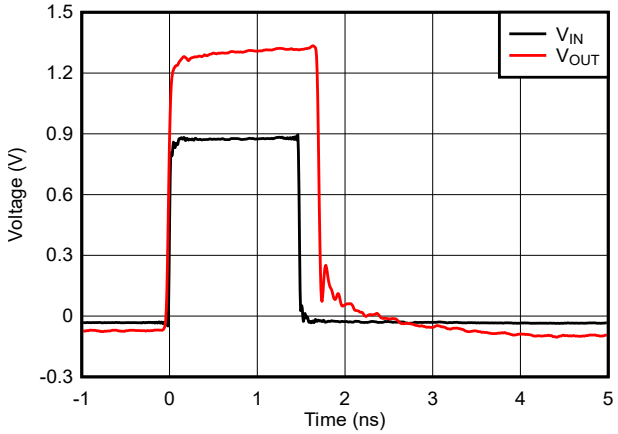
f = 500MHz，22pF 交流耦合电容器

图 5-50. 关断时间



0.5V 输入脉冲

图 5-51. 过载恢复



0.9V 输入脉冲

图 5-52. 过载恢复

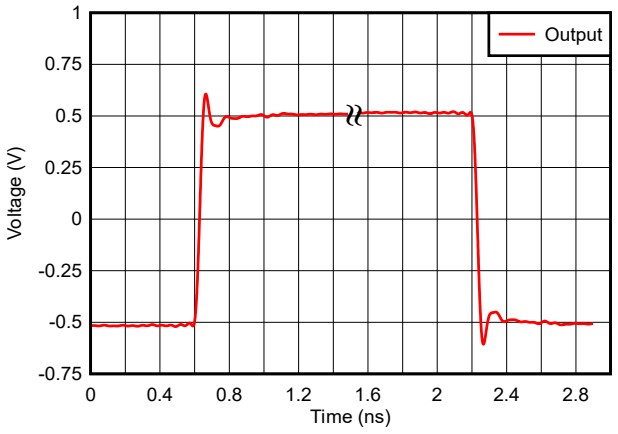
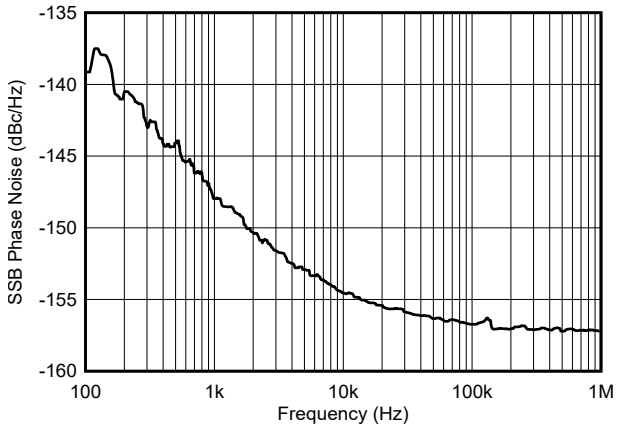


图 5-53. 阶跃响应



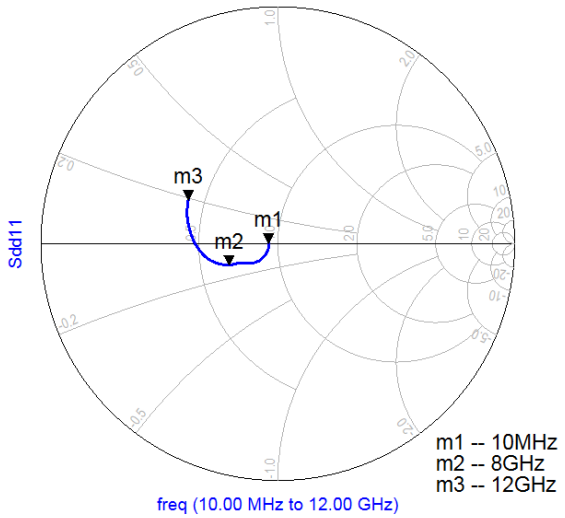
f = 1GHz，P_{OUT} = 6dBm

图 5-54. 附加（残留）相位噪声

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

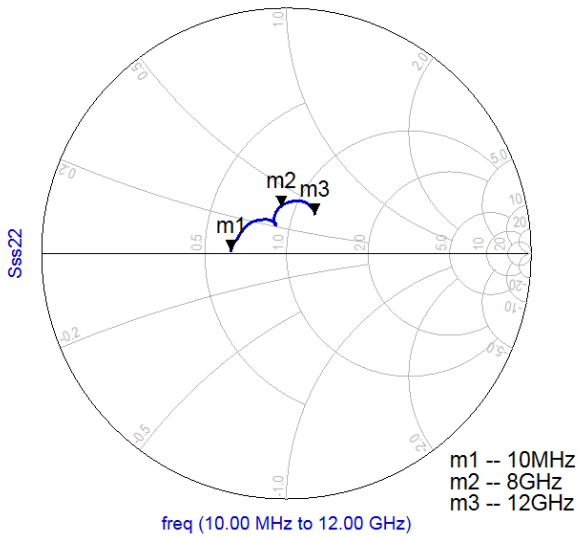
5.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，温度曲线指定环境问题，采用 V_{DD} = 5V 单个电源运行，输入和输出端具有 100nF 的交流耦合电容器，差分输入端 R_S = 100Ω，输出端 R_L = 50Ω（除非另有说明）



Z_0 = 100Ω

图 5-55. 输入回波损耗，Sdd11



Z_0 = 50Ω

图 5-56. 输出回波损耗，Sss22

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

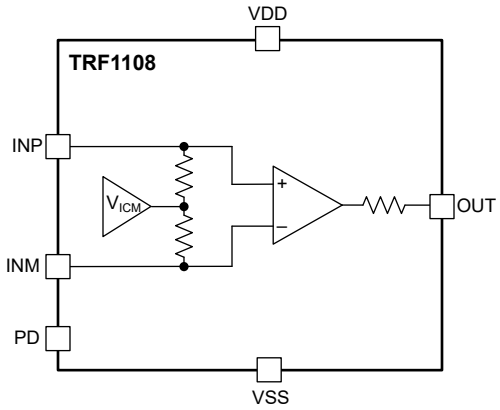
6 详细说明

6.1 概述

TRF1108 是一款超高性能差分转单端 (D2S) 放大器，针对射频 (RF) 和中频 (IF) 应用进行了优化，信号带宽高达 8GHz。该器件非常适合将射频 DAC 的差分输出转换为单端输出。该器件具有两级架构，提供大约 15.5dB 至 18dB 的增益（1GHz 至 8GHz）。片上匹配元件可对印刷电路板 (PCB) 实现方案进行简化，并在可用带宽内提供超高性能。断电功能还有助于实现节能。

6.2 功能方框图

下图显示了 TRF1108 的功能方框图。差分输入与 100Ω 匹配，单端输出与 50Ω 匹配。输入共模电压在内部设置，从而简化交流耦合应用。



6.3 特性说明

6.3.1 交流耦合配置

图 6-1 展示了采用交流耦合配置并由 5V 单电源供电的 TRF1108。输入共模电压在内部设置，从而简化器件的偏置。输入和输出端的交流耦合电容器的容值设置增益的截止频率下限。

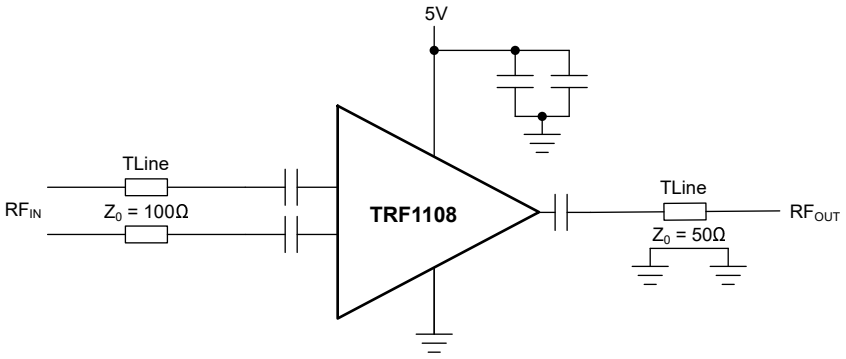


图 6-1. 用于交流耦合配置的 TRF1108

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.3.2 直流耦合配置

图 6-2 显示了 TRF1108 可以通过应用电路实现直流耦合。由 V_{DD} = +1.68V 和 V_{SS} = –3.32V 电源供电，以将输出直流偏置电平设置为 0V。从外部将输入共模电压设置为 –1.98V，以对器件进行偏置。电阻式电平转换器网络与外部偏置电压一起，将 DAC 的输出共模转换为放大器的输入共模。

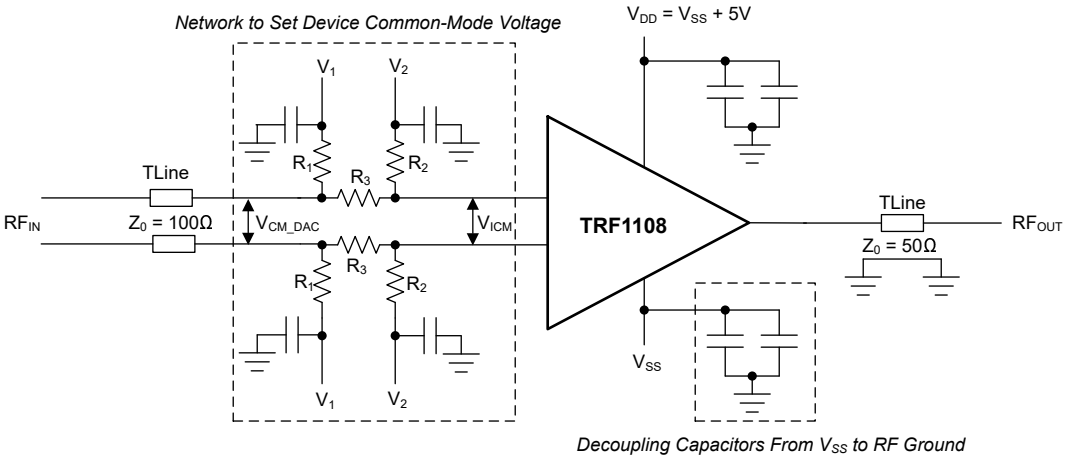


图 6-2. 用于直流耦合配置的 TRF1108

6.4 器件功能模式

TRF1108 具有两种功能模式：工作模式和断电模式。这些功能模式由 PD 引脚控制，如下一节所述。

6.4.1 断电模式

该器件具有断电选项。PD 引脚用于对放大器进行断电。此引脚支持 1.8V 和 3.3V 数字逻辑，并以 VSS 为基准。逻辑 1 会关闭器件并将器件置于低静态电流状态。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

7.1 应用信息

7.1.1 散热注意事项

TRF1108 采用 2mm × 2mm WQFN-FCRLF 封装，因此具有出色的热属性。将芯片下方的散热焊盘连接到宽 VSS 平面。如果可能，将 VSS 平面在四个角处短接到芯片的其他 VSS 引脚，以使热量传播到 PCB 顶层。使用一个散热过孔将 PCB 顶层的散热焊盘平面连接到内层 VSS 平面，以允许热量散发到内层。另请参阅节 7.4。

7.2 典型应用

7.2.1 射频 DAC 缓冲器放大器

TRF1108 的一个常见应用是用作射频 DAC（例如具有差分输出的 DAC39RF10 或 AFE7950）的缓冲器放大器。由于难以获得可支持差分转单端转换的高带宽线性放大器，无源平衡-非平衡变压器通常用于连接射频 DAC。TRF1108 是一款差分转单端放大器，具有出色的增益和相位不平衡以及输入和输出回波损耗，性能超过了用于 D2S 应用的大尺寸、成本高昂的无源平衡-非平衡变压器。TRF1108 在单个 2mm x 2mm 封装中集成了宽带无源平衡-非平衡变压器和增益块的功能，可减小高通道数系统的 PCB 面积。

下图显示了 TRF1108 用作 D2S DAC 缓冲器放大器的原理图。

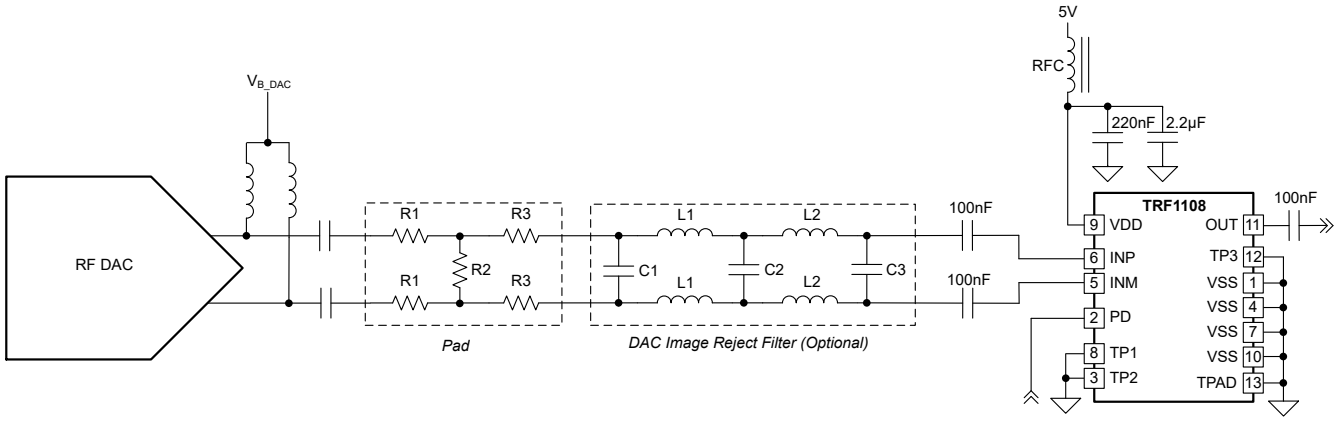


图 7-1. 连接射频 DAC

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7.2.1.1 设计要求

TRF1108 需要在 10MHz 至 4GHz 的宽带宽范围内将射频 DAC 的差分输出转换为单端输出，从而很低的输出回波损耗向 50Ω 负载提供频率为 1GHz 的 6.2dBm 的功率。

表 7-1. 设计参数

参数	值
射频信号频率范围	10MHz 至 4GHz
DAC 采样率	10.24GSPS
1GHz 时的输出功率	6.2dBm
输出回波损耗，Sss22	-12dB

7.2.1.2 详细设计过程

为该应用选择射频 DAC（例如 DAC39RF10），因为该 DAC 支持 10.24GSPS 采样，而所需的射频信号频率范围为 4GHz。当在 DES2X、20.5mA 电流模式中以 –1dBFS 运行时，DAC39RF10 在 1GHz 下输出 –0.2dBm 的信号电平。TRF1108 在 1GHz 下具有 15.4dB 的增益和 12dBm 的 OP1dB；因此，在 DAC 的输出端添加一个约 9dB 的衰减垫以获得 6.2dBm 的输出功率。如果 DAC 在 20.5mA 电流模式下以 –7dBFS 运行，或者在 10mA 电流模式下以 –1dBFS 运行，则衰减垫损耗可以降低至 3dB。可以选择添加一个 5GHz 低通滤波器，以抑制第二奈奎斯特区域中的 DAC 图像。根据 TRF1108 规范，该器件满足输出回波损耗的设计要求。表 7-2 展示了设计中衰减器和低通滤波器的元件值。

表 7-2. DAC39RF10 接口衰减器和低通滤波器的元件值

章节	位号	类型	值
Pad	R1	电阻器	22Ω
Pad	R2	电阻器	94Ω
Pad	R3	电阻器	22Ω
低通滤波器	C1	电容器	0.5pF
低通滤波器	C2	电容器	0.8pF
低通滤波器	C3	电容器	0.5pF
低通滤波器	L1	电感器	2nH
低通滤波器	L2	电感器	2nH

7.2.1.3 应用曲线

图 7-2 显示了在上一节中的设计的频谱分析仪上测得的输出响应。使用可从 www.ti.com 订购的 TRF1108-DAC39RFEVM 评估设计。

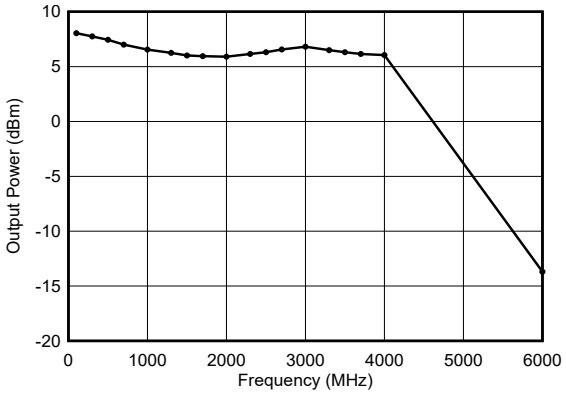


图 7-2. 输出响应（包括滤波器）

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7.3 电源相关建议

7.3.1 单电源供电

TRF1108 针对交流耦合应用支持 5V 单电源运行。电源去耦对于高频性能至关重要。通常使用两个或三个电容器进行 VDD 电源去耦。在最靠近器件 VDD 引脚的位置使用一个 220nF 小型 0201 尺寸元件。在小型电容器旁边使用 0402 尺寸 2.2μF 大容量去耦电容器。可以进一步使用铁氧体磁珠来滤除电源噪声。对于单个电源运行，将 VSS 短接至射频接地；不需要单独的 VSS 平面。另请参阅节 7.4。

7.3.2 双电源运行

TRF1108 针对直流耦合应用支持双电源运行。遵循节 7.3.1 中有关 VDD 到 VSS 去耦的建议。对于 VSS 到射频接地去耦，请在器件附近的多个位置使用 0201 尺寸的 100nF 去耦电容器。在有可用空间的位置使用 0402 尺寸 2.2μF 大容量去耦电容器。另请参阅节 7.4。

7.4 布局

7.4.1 布局指南

TRF1108 是一款具有大约 15.5dB 至 18dB 增益（1GHz 至 8GHz）的宽带反馈放大器。在使用具有相对高增益的宽带射频放大器进行设计时，请遵循以下印刷电路板 (PCB) 布局指南，以保持稳定性和优化的性能：

- 使用多层电路板来保持信号完整性、电源完整性和热性能。下一节中的图展示了一个良好布局的示例。
- 将射频输入和输出线路布线为接地共面波导 (GCPW) 线路。对于第二层，应在射频布线下方使用连续的接地多边形，在放大器区域下方使用连续的 VSS 多边形。
- 为了更大限度地减少相位不平衡，应匹配输入差分线路的长度。
- 尽可能使用小尺寸无源器件。
- 通过缝合良好的过孔连接顶层和内层的接地平面和 VSS 平面。
- 在器件下方放置一个散热过孔，用于将顶部散热焊盘与 PCB 内层中的 VSS 平面连接在一起。此外，通过 VSS 引脚将散热焊盘连接到顶层 VSS 平面，以改善散热。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7.4.2 布局示例

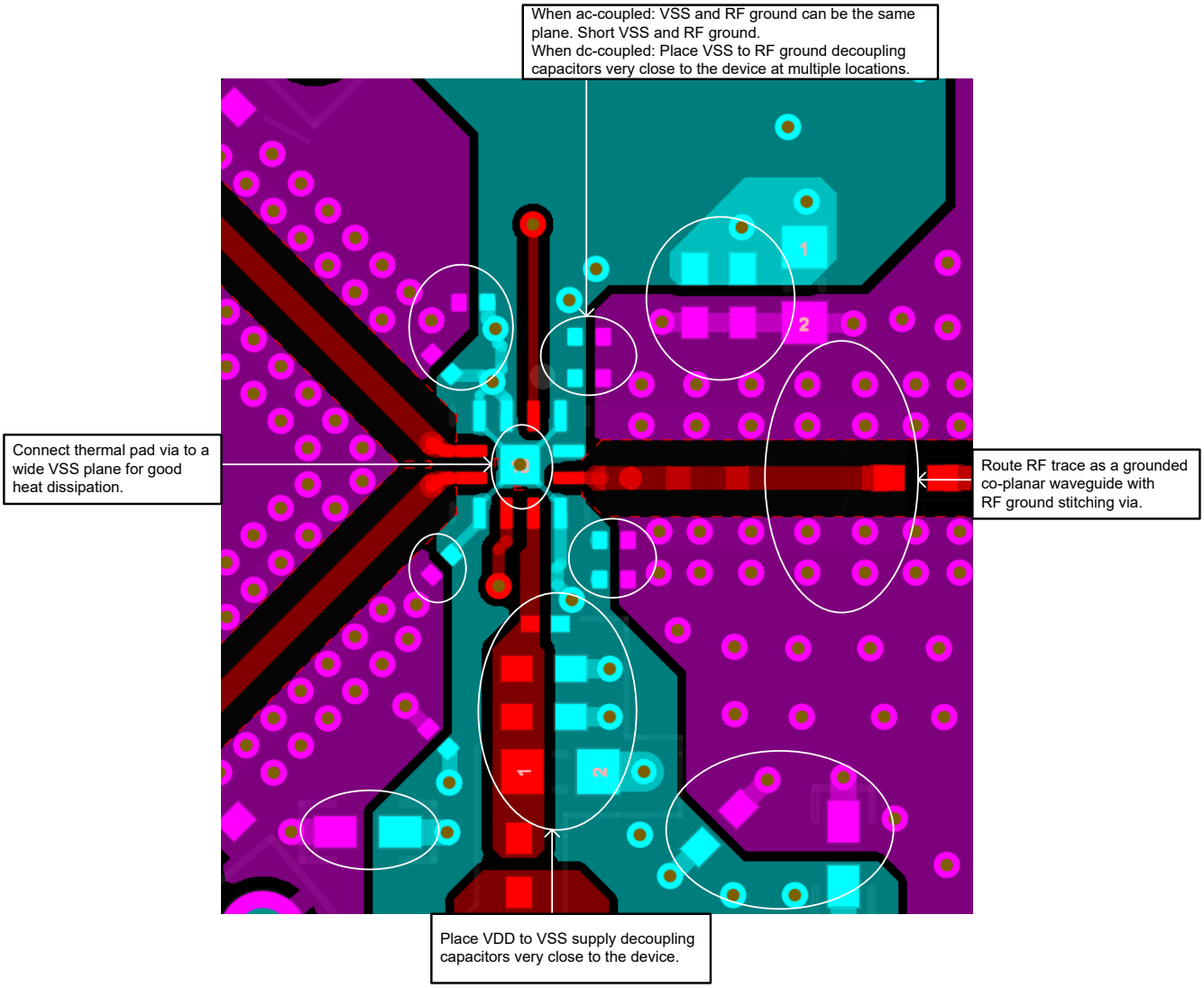


图 7-3. 布局示例：放置和顶层

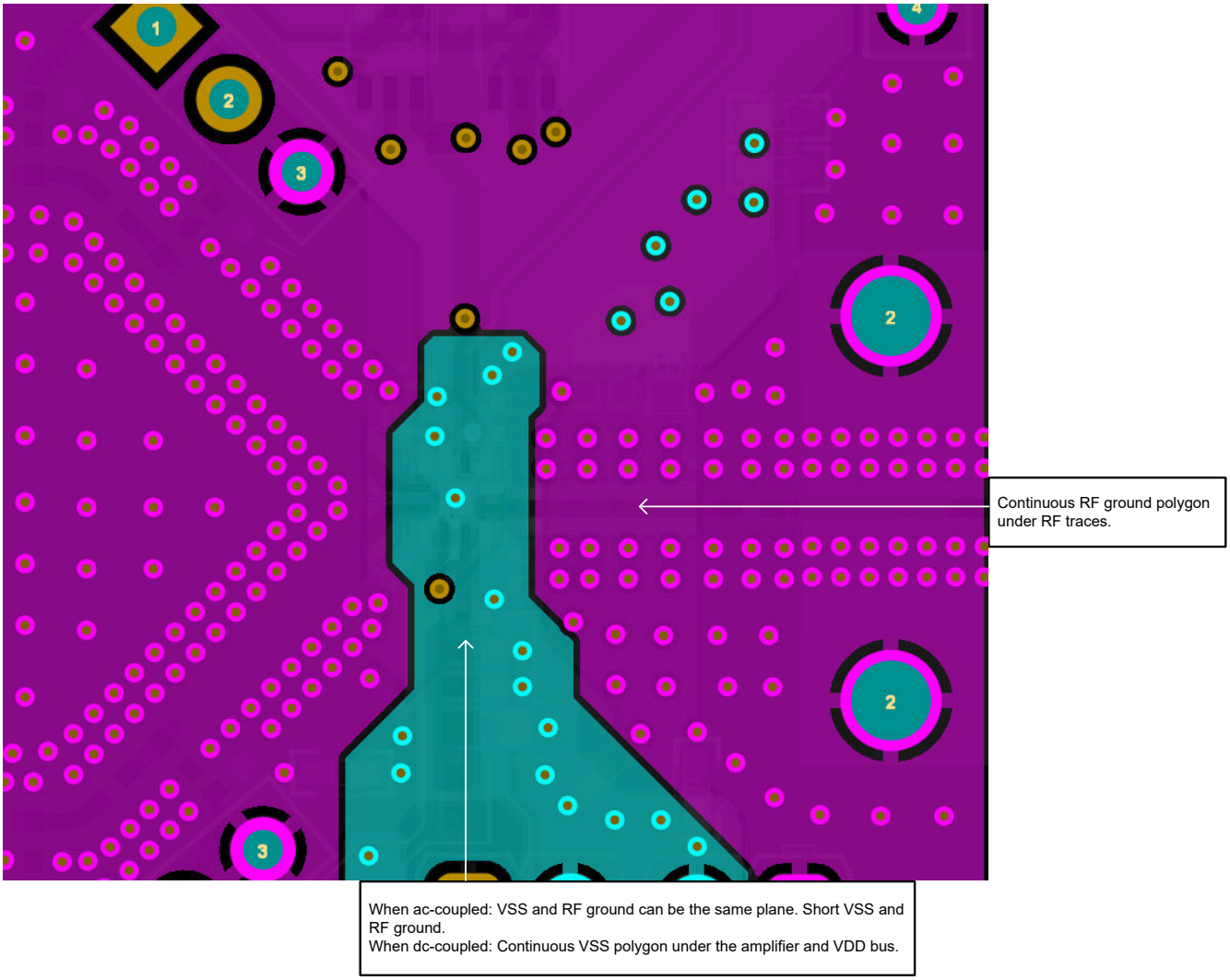


图 7-4. 布局示例：第二层

使用可从 www.ti.com 订购的 TRF1108 EVM 板评估 TRF1108。有关评估板结构和测试设置的更多信息，请参阅 *TRF1108 评估模块用户指南*。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8 器件和文档支持

8.1 文档支持

8.1.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

德州仪器 (TI)，*TRF1108 评估模块用户指南*

8.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击*通知* 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

8.3 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的使用条款。

8.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

8.5 静电放电警告

静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

8.6 术语表

TI 术语表	本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

9 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (July 2024) to Revision A (November 2024)	Page
• 将文档状态从“预告信息（预发布）”更改为“量产数据（正在供货）”	1

10 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TRF1108RPVR	Active	Production	WQFN-HR (RPV) | 12	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 105	1108
TRF1108RPVR.B	Active	Production	WQFN-HR (RPV) | 12	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 105	1108
TRF1108RPVRG4	Active	Production	WQFN-HR (RPV) | 12	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 105	1108
TRF1108RPVRG4.B	Active	Production	WQFN-HR (RPV) | 12	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 105	1108

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

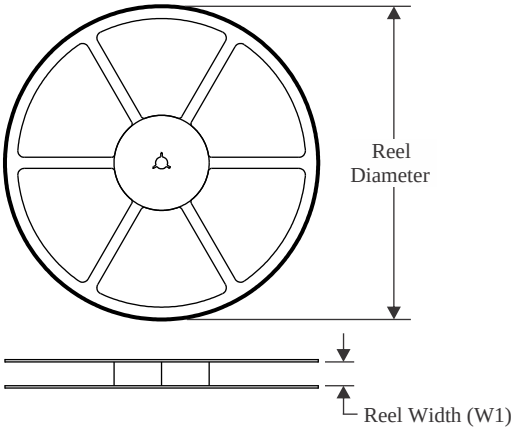
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

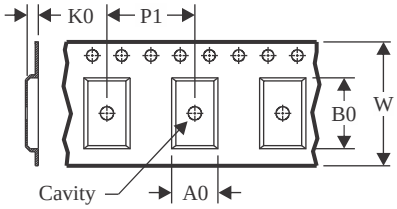
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

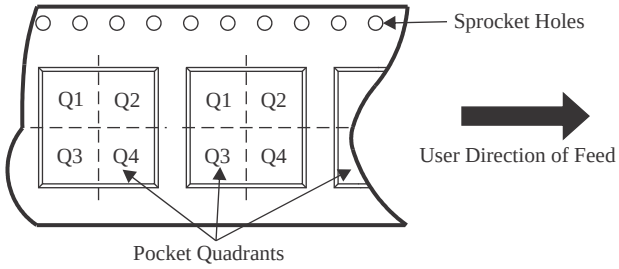


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

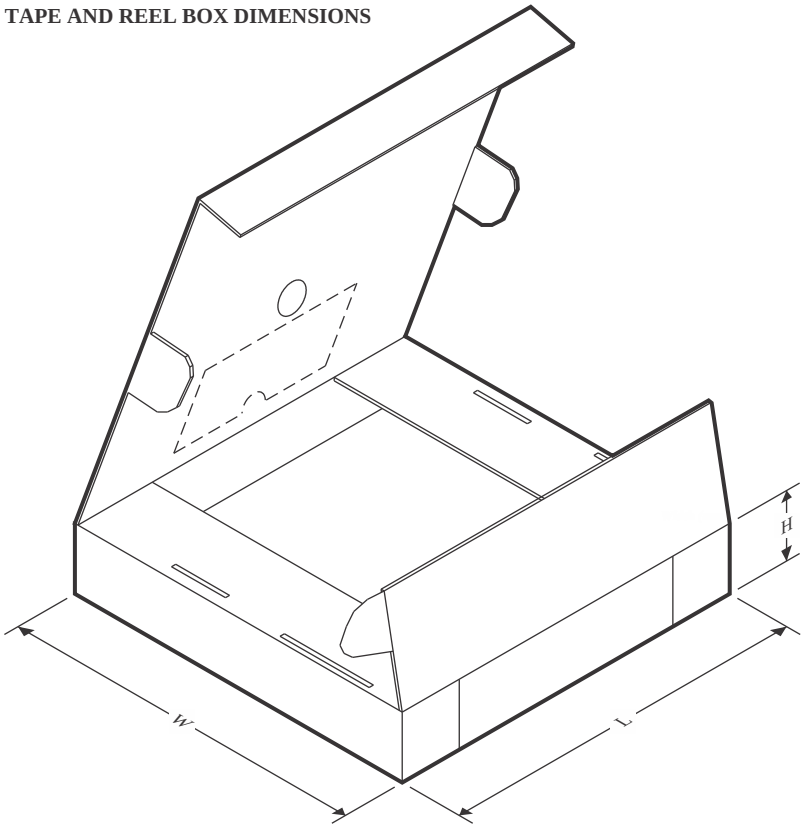
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TRF1108RPVR	WQFN-HR	RPV	12	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q2
TRF1108RPVRG4	WQFN-HR	RPV	12	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

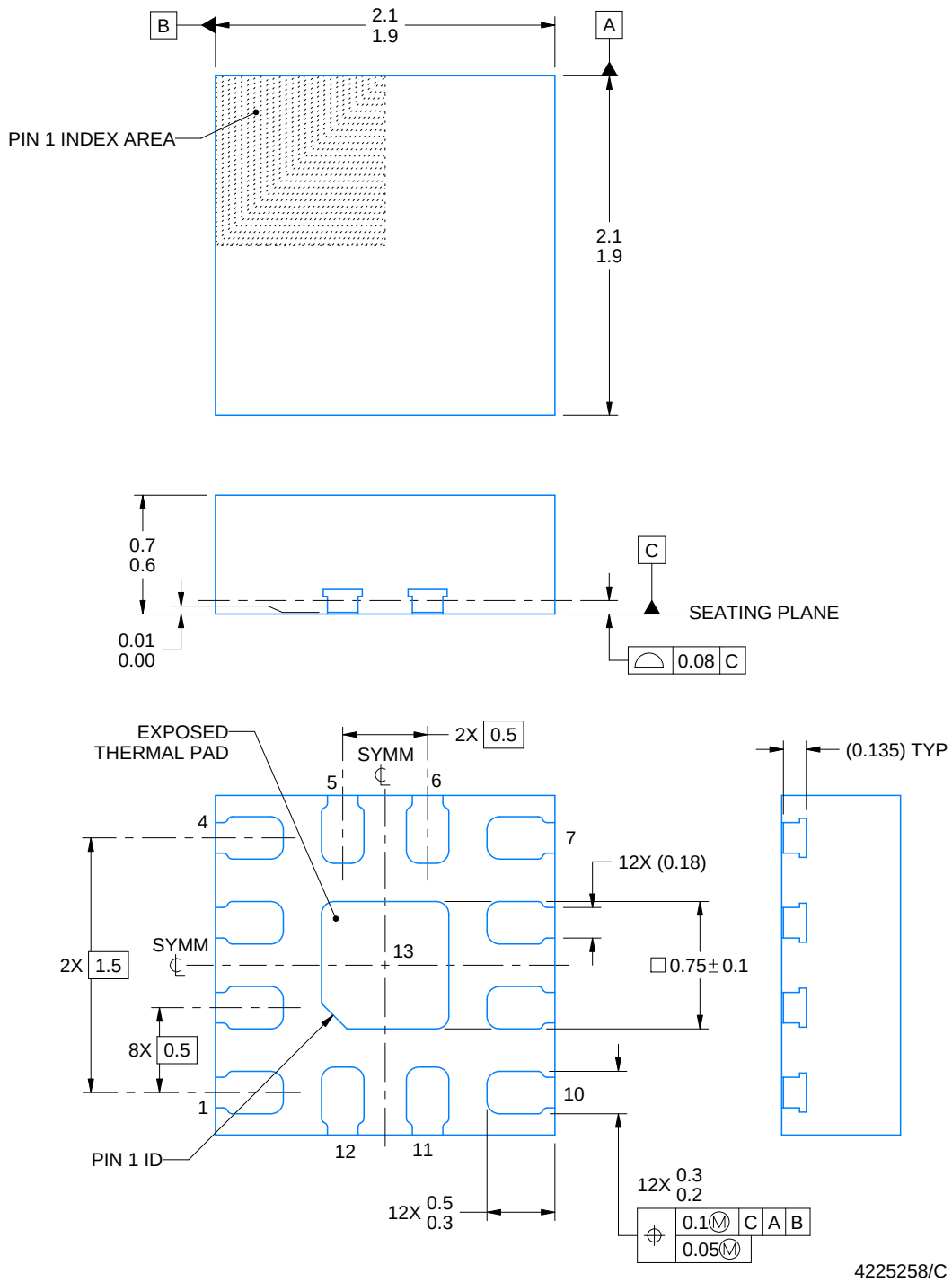
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TRF1108RPVR	WQFN-HR	RPV	12	3000	210.0	185.0	35.0
TRF1108RPVRG4	WQFN-HR	RPV	12	3000	210.0	185.0	35.0

PACKAGE OUTLINE

RPV0012A

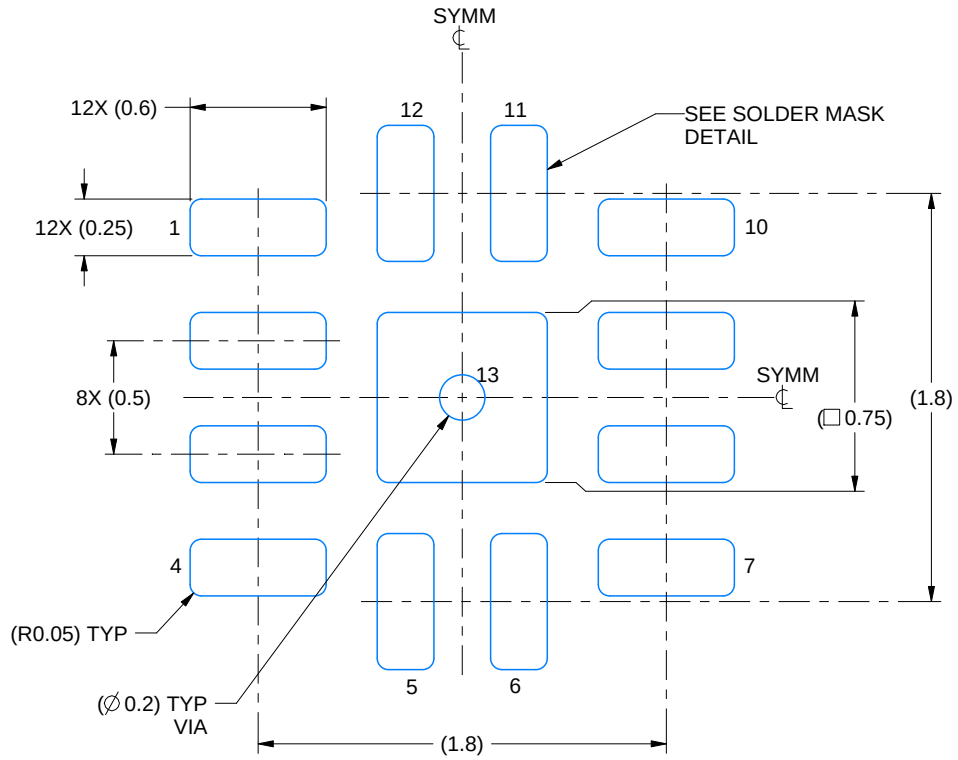
WQFN-FCRLF - 0.7 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

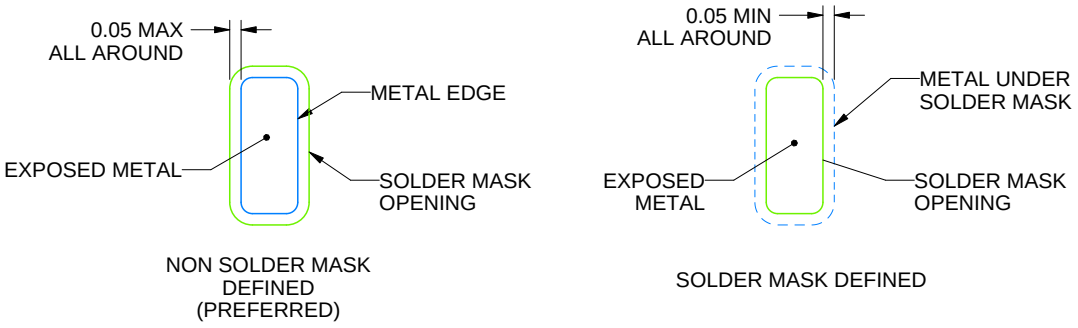


NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 30X

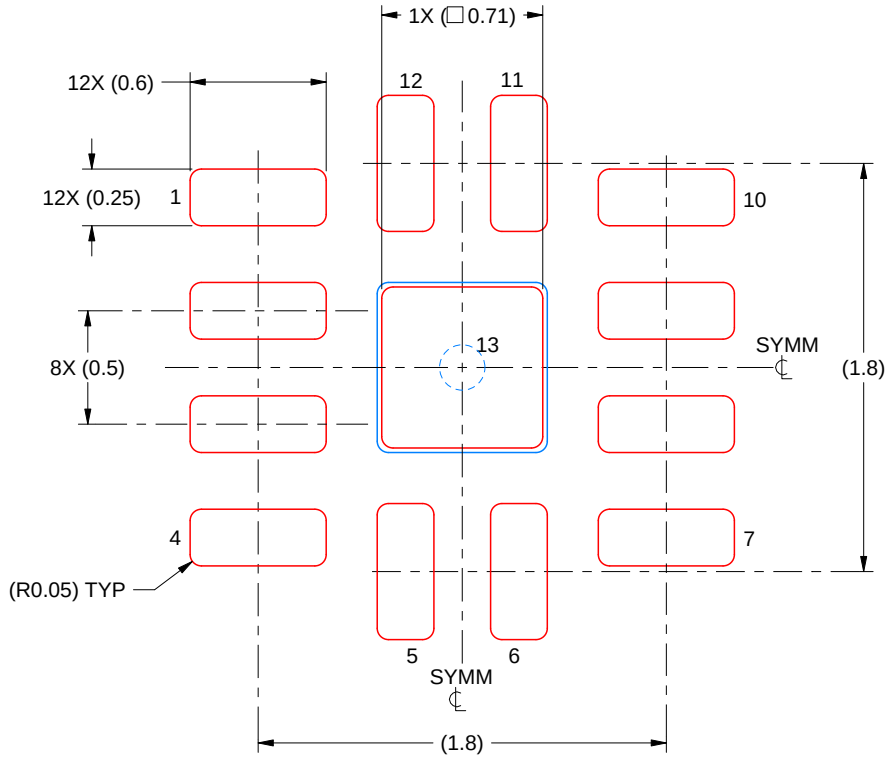


SOLDER MASK DETAILS

4225258/C 08/2025

NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 MM THICK STENCIL
SCALE: 30X

EXPOSED PAD 13
90% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE

4225258/C 08/2025

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

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出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