

具有 PA 控制输出的 LMV242x 450MHz 至 2GHz、50dB、对数射频功率检测器

1 特性

- 450MHz 至 2GHz 运行
- 50dB 对数射频检测器
- 集成斜坡滤波器
- 外部环路补偿选项
- 准确的温度补偿
- 用于在 R_x 插槽中实现省电的关断模式
- 符合 GPRS 标准
- 支持 InGaP HBT 双极技术
- WSON 封装：3mm × 3mm

2 应用

- GSM、GPRS、TDMA、TD-SCDMA 移动电话
- Pulse RF 控制
- 无线 LAN
- GSM 和 GPRS 功率放大器模块
- 发送模块

3 说明

LMV2421 和 LMV242 (LMV242x) 是单输出和双输出功率放大器 (PA) 控制器。这些器件在 RF 发射功率控制环路内使用以实现 RF PA 控制，并用于 GSM 和 GPRS 移动电话。LMV242x 支持所有单电源 PA，包括 InGaP、HBT 和双极功率放大器。器件通过 2.6V 至 5.5V 的单电源运行。

LMV2421 PA 控制器中包括对数射频检测器、斜坡滤波器以及用作误差放大器的输出驱动器。

双路输出 LMV242 包含两个可选输出驱动器，用于控制两个不同的 PA。LMV2421 输入接口由两个模拟输入和一个数字输入组成；两个数字输入用于 LMV242。模拟输入为射频输入和斜坡电压输入。数字输入执行 *关断/发送启用* 和 *频带选择* (仅限 LMV242) 的功能。当 TX_EN = 高电平时，LMV242x 处于激活状态。当 TX_EN = 低电平时，器件处于低功耗关断模式。在关断期间，输出被拉低至最小输出电压。频带选择 (仅限 LMV242) 功能可启用两个输出中的任何一个，即 BS = 高电平时的 OUT1 或 BS = 低电平时的输出 OUT2。未启用的输出会被拉低至最小输出电压。用户可选择的外部 RC 组合可适应各个 PA 特性。

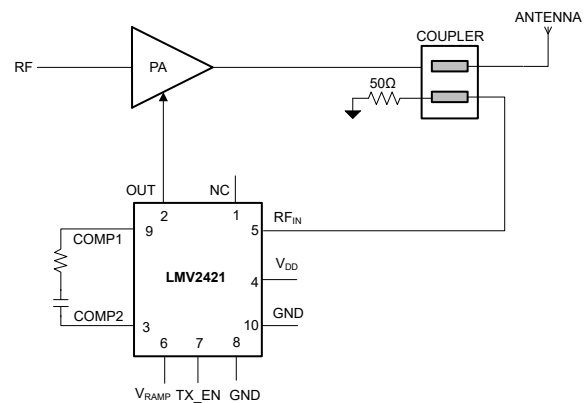
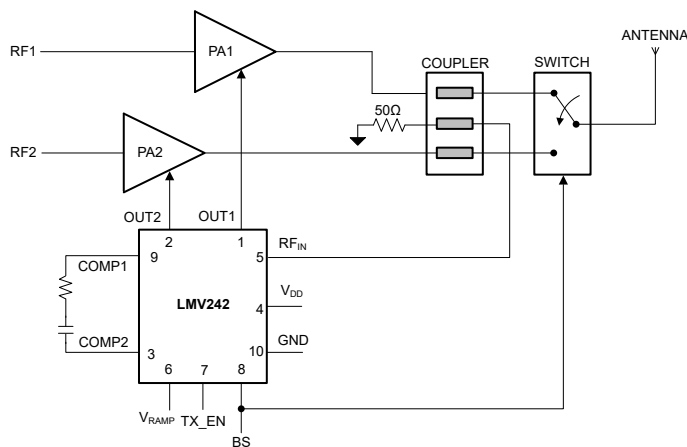
LMV242x 在供应时采用 10 引线 WSON 封装。LMV242x 很适合小尺寸 PA 模块系统。

器件信息

器件型号	通道数	封装 ⁽¹⁾
LMV2421	单通道	NGY (WSON, 10) 3mm × 3mm ⁽²⁾
LMV242	双通道	

(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 (如适用)。



典型应用



内容

1 特性.....	1	6.1 功能方框图.....	12
2 应用.....	1	7 应用和实施.....	13
3 说明.....	1	7.1 应用信息.....	13
4 引脚配置和功能.....	3	7.2 典型应用.....	17
5 规格.....	4	8 器件和文档支持.....	18
5.1 绝对最大额定值.....	4	8.1 接收文档更新通知.....	18
5.2 建议运行条件.....	4	8.2 支持资源.....	18
5.3 2.6V 时的电气特性.....	4	8.3 商标.....	18
5.4 5V 时的电气特性.....	5	8.4 静电放电警告.....	18
5.5 时序图.....	7	8.5 术语表.....	18
5.6 典型特性.....	8	9 修订历史记录.....	18
6 详细说明.....	12	10 机械、封装和可订购信息.....	18

4 引脚配置和功能

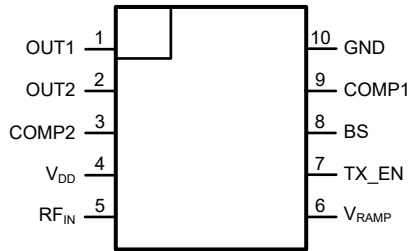


图 4-1. LMV242 : NGY 封装 , WSON-10
(顶视图)

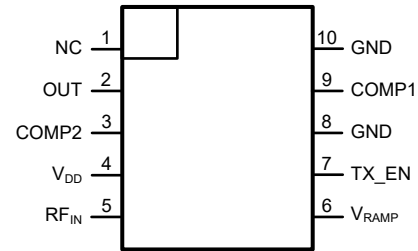


图 4-2. LMV2421 : NGY 封装 , WSON-10
(顶视图)

表 4-1. 引脚功能

名称	引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
	LMV242	LMV2421		
BS	8	—	数字输入 ⁽²⁾	施密特触发频带选择引脚。当 BS = H 时，选择通道 1 (OUT1)，当 BS = L 时，选择通道 2 (OUT2)。
COMP1	9	9	补偿	在 COMP1 引脚和 COMP2 引脚之间连接一个外部 RC 网络，用于实现整体环路补偿和控制闭环频率响应。传统的环路稳定性技术可用于选择该网络，例如波特图。RC 组合的建议起始值为 C = 68pF 和 R = 0 Ω。
COMP2	3	3	补偿	频率补偿引脚。BS 信号 (仅限 LMV242) 将此引脚切换至 OUT1 或 OUT2。
GND	10	8、10	接地	电源地
NC	—	1	—	无连接。保持该引脚悬空。
OUT	—	2	输出	此引脚连接到 PA。
OUT1	1	—	输出	此引脚连接至通道 1 或通道 2 的 PA。
OUT2	2	—	输出	此引脚连接至通道 1 或通道 2 的 PA。
RF _{IN} ⁽³⁾	5	5	模拟输入	连接到耦合器输出 (具有可选衰减) 的射频输入，以检测功率放大器 (PA) 和天线射频功率级别。
TX_EN	7	7	数字输入 ⁽²⁾	施密特触发逻辑输入。低电平会关闭整个芯片，以节省电池电量。高电平会启用芯片。
V _{DD}	4	4	电源	正电源电压
V _{RAMP} ⁽³⁾	6	6	模拟输入	设置射频输出功率级别。尽管允许从 0V 到 V _{DD} 的电压，但有用输入电压范围为 0.2V 至 1.8V。

- (1) 所有输入和输出均以 GND (引脚 10) 为基准。
(2) 对于数字输入，低电平 < 0.8V、高电平 > 1.8V。
(3) 在 LMV242x 内部执行射频功率检测；使用具有可选额外衰减的射频功率耦合器。

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⁾

		值
电源电压	$V_{DD} - GND$	最大 6.5V
ESD 容差 ⁽²⁾	人体放电模式	2kV
	机器放电模型	200V
贮存温度		-65°C 至 +150°C
结温 ⁽³⁾		150°C (最大值)
安装温度	红外或对流 (20s)	235°C

(1) **绝对最大额定值** 表示超过之后可能对器件造成损坏的限值。**建议运行条件** 表示器件可正常运行的条件，但无法确保器件的具体性能。有关规格和测试条件，请参阅节 5.3。

(2) 人体放电模式：1.5k Ω 与 100pF 串联。

(3) 最大功率耗散是与 $T_{J(MAX)}$ 、 θ_{JA} 和 T_A 相关的函数。任何环境温度下的最大允许功率耗散为 $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / \theta_{JA}$ 。所有数字均适用于直接焊接到印刷电路板 (PCB) 的封装。

5.2 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）⁽¹⁾

		值
电源电压		2.6V 至 5.5V
工作温度		-40°C 至 +85°C
V_{RAMP} 电压		0V 至 2V
射频频率		450MHz 至 2GHz

(1) **绝对最大额定值** 表示超过之后可能对器件造成损坏的限值。**建议运行条件** 表示器件可正常运行的条件，但无法确保器件的具体性能。有关规格和测试条件，请参阅节 5.3。

5.3 2.6V 时的电气特性

所有限值基于 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 和 $V_{DD} = 2.6\text{V}$ 指定（除非另有说明）；**粗体**限值适用于极端温度⁽¹⁾

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{DD}	电源电流		6.9	⁹ 12	mA
	在关断时 (TX_EN = 0V) $V_{OUT} = (V_{DD} - GND) / 2$		0.2	30	μA
V_{HIGH}	用于启用电源的逻辑电平	1.8			V
V_{LOW}	用于禁用电源的逻辑电平			0.8	V
T_{ON}	关断后的开通时间		3.6	6	μs
I_{EN} 、 I_{BS}	流入 TX_EN 和 BS 引脚的电流		0.03	5	μA
斜坡放大器					
V_{RD}	V_{RAMP} 死区	155	206	265	mV
$1/R_{RAMP}$	跨导	70	96	120	$\mu\text{A/V}$
$I_{OUT RAMP}$	斜坡放大器输出电流	100	162		μA
RF 输入					
P_{IN}	射频输入功率范围 ⁽⁴⁾	COMP1 和 COMP2 之间的 20k Ω 68pF	-50 0		dBm
			-63 -13		dBV

5.3 2.6V 时的电气特性 (续)

所有限值基于 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 和 $V_{DD} = 2.6\text{V}$ 指定 (除非另有说明) ; **粗体**限值适用于极端温度 ⁽¹⁾

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
对数斜率 ⁽⁵⁾	在 900MHz 时, COMP1 和 COMP2 之间为 20k Ω 68pF		-1.74		$\mu\text{A/dB}$
	在 1800MHz 时, COMP1 和 COMP2 之间为 20k Ω 68pF		-1.62		
	在 1900MHz 时, COMP1 和 COMP2 之间为 20k Ω 68pF		-1.60		
	在 2000MHz 时, COMP1 和 COMP2 之间为 20k Ω 68pF		-1.59		
对数截距 ⁽⁵⁾	在 900MHz 时, COMP1 和 COMP2 之间为 20k Ω 68pF		-50.4		dBm
	在 1800MHz 时, COMP1 和 COMP2 之间为 20k Ω 68pF		-52.3		
	在 1900MHz 时, COMP1 和 COMP2 之间为 20k Ω 68pF		-51.9		
	在 2000MHz 时, COMP1 和 COMP2 之间为 20k Ω 68pF		-52.3		
R_{IN}	直流电阻	请参阅 ⁽³⁾	55.7		Ω
误差放大器					
GBW	增益带宽积	请参阅 ⁽³⁾	5.1		MHz
V_O	电源轨的输出摆幅	正电源轨拉电流 $I_O = 7\text{mA}$	47	90 115	mV
		负电源轨灌电流 $I_O = -7\text{mA}$	52	90 115	
I_O	输出短路电流 ⁽⁶⁾	拉电流, $V_O = 2.4\text{V}$	10	29.5	mA
		灌电流, $V_O = 0.2\text{V}$	10	27.1	
e_n	以输出为基准的噪声	$f_{\text{MEASURE}} = 10\text{kHz}$, RF 输入 = 1800MHz, - 10dBm, COMP1 和 COMP2 之间为 20k Ω 68pF, $V_{OUT} = 1.4\text{V}$, 由 V_{RAMP} 设置 ⁽³⁾	700		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
SR	压摆率		2.1	4.4	$\text{V}/\mu\text{s}$

- (1) 电气表值仅适用于所示温度下的工厂测试条件。工厂测试条件会使器件的自发热大受限制, 使得 $T_J = T_A$ 。在 $T_J > T_A$ 的内部自发热条件下, 某些参数性能规格 (如电气表中所示) 未加规定。
- (2) 所有限值均根据设计或统计分析确定。
- (3) 典型值表示最可能的参数标准。
- (4) 当阻抗为 50 Ω 时的功率 ($\text{dBV} = \text{dBm} + 13$)。
- (5) 根据 V_{OUT} 与射频输入功率之间的关系图计算出斜率和截距, 其中电流通过将电压除以 20k Ω 获得。
- (6) 输出未在内部受到短路保护。为了防止过温和损坏或不良可靠性, 必须提供外部保护。

5.4 5V 时的电气特性

所有限值基于 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 和 $V_{DD} = 5\text{V}$ 指定 (除非另有说明) ; **粗体**限值适用于极端温度 ⁽¹⁾。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{DD}	电源电流	$V_{OUT} = (V_{DD} - \text{GND}) / 2$		7.8	12 15	mA
		在关断时 ($\text{TX_EN} = 0\text{V}$) $V_{OUT} = (V_{DD} - \text{GND}) / 2$		0.4	30	
V_{HIGH}	用于启用电源的逻辑电平	请参阅 ⁽²⁾	1.8			V
V_{LOW}	用于禁用电源的逻辑电平	请参阅 ⁽²⁾			0.8	V
T_{ON}	关断后的开通时间			1.5	6	μs
I_{EN}, I_{BS}	流入 TX_EN 和 BS 引脚的电流			0.03	5	μA
斜坡放大器						
V_{RD}	V_{RAMP} 死区		155	206	265	mV

5.4 5V 时的电气特性 (续)

所有限值基于 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 和 $V_{DD} = 5\text{V}$ 指定 (除非另有说明); **粗体** 限值适用于极端温度 ⁽¹⁾。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
1/R _{RAMP}	跨导	请参阅 ⁽³⁾	70	96	120	μA/V
I _{OUT RAMP}	斜坡放大器输出电流	V _{RAMP} = 2V	100	168		μA
RF 输入						
P _{IN}	射频输入功率范围 ⁽⁴⁾	COMP1 和 COMP2 之间的 20kΩ 68pF	-50 0			dBm
			-63 -13			dBV
	对数斜率 ⁽⁵⁾	在 900MHz 时，COMP1 和 COMP2 之间为 20kΩ 68pF	-1.79			μA/dB
		在 1800MHz 时，COMP1 和 COMP2 之间为 20kΩ 68pF	-1.69			
		在 1900MHz 时，COMP1 和 COMP2 之间为 20kΩ 68pF	-1.67			
		在 2000MHz 时，COMP1 和 COMP2 之间为 20kΩ 68pF	-1.65			
	对数截距 ⁽⁵⁾	在 900MHz 时，COMP1 和 COMP2 之间为 20kΩ 68pF	-50.2			dBm
		在 1800MHz 时，COMP1 和 COMP2 之间为 20kΩ 68pF	-52.5			
		在 1900MHz 时，COMP1 和 COMP2 之间为 20kΩ 68pF	-52.5			
		在 2000MHz 时，COMP1 和 COMP2 之间为 20kΩ 68pF	-52.9			
R _{IN}	直流电阻	请参阅 ⁽³⁾	55.7			Ω
误差放大器						
GBW	增益带宽积	请参阅 ⁽³⁾	5.7			MHz
V _O	电源轨的输出摆幅	正电源轨拉电流 I _O = 7mA	31	80	105	mV
		负电源轨灌电流 I _O = -7mA	35	80	105	
I _O	输出短路电流 ⁽⁶⁾	拉电流，V _O = 4.8V	15	31.5		mA
		灌电流，V _O = 0.2V	15	31.5		
e _n	以输出为基准的噪声	f _{MEASURE} = 10kHz， RF 输入= 1800MHz，- 10dBm，COMP1 和 COMP2 之间为 20kΩ 68pF，V _{OUT} = 1.4V，由 V _{RAMP} 设置 ⁽³⁾	770			nV/ √ Hz
SR	压摆率		2.5	4.9		V/ μ s

- (1) 电气值仅适用于所示温度下的工厂测试条件。工厂测试条件会使器件的自发热大受限制, 使得 $T_J = T_A$ 。在 $T_J > T_A$ 的内部自发热条件下, 某些参数性能规格 (如电气表中所示) 未加规定。
- (2) 所有限值均根据设计或统计分析确定。
- (3) 典型值表示最可能的参数标准。
- (4) 当阻抗为 50Ω 时的功率 ($\text{dBV} = \text{dBm} + 13$)。
- (5) 根据 V_{OUT} 与射频输入功率之间的关系图计算出斜率和截距, 其中电流通过将电压除以 $20\text{k}\Omega$ 获得。
- (6) 输出未在内部受到短路保护。为了防止过热和损坏或不良可靠性, 必须提供外部保护。

5.5 时序图

为了满足 GSM 的时间掩蔽规范，控制信号和射频信号之间的良好时序至关重要。根据规格，PA RF 输出功率需要以最小的过冲在 $28\ \mu\text{s}$ 内进行斜坡处理。为了实现这一目标，在对来自基带的射频信号进行斜坡处理的同时对 PA 控制器的输出进行斜坡处理。斜坡信号将控制器输出设置为所需的值，其中环路需要特定的时间来设置该输出。因此，在所需输出之前的一段时间内，将 V_{RAMP} 引脚设置为所需的值。具体时间取决于设置和使用的 PA。如果使用了控制器关断功能，则在斜坡设置为高电平之前，将关断设置为高电平约 $6\ \mu\text{s}$ 。

控制环路可通过以下变量进行配置：

- TX_EN 事件与启动 GSM 突发间关系的超前时间
- V_{RAMP} 与启动 GSM 突发间关系的超前时间
- 斜坡曲线
- 环路补偿

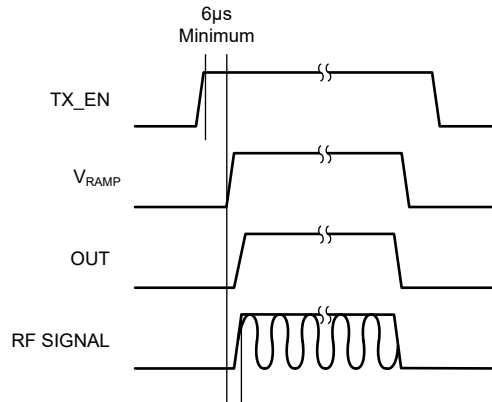


图 5-1. 时序 V_{RAMP} 与射频信号间的关系

5.6 典型特性

条件为 $V_{DD} = 2.6V$ 且 $T_J = 25^\circ C$ (除非另有说明)

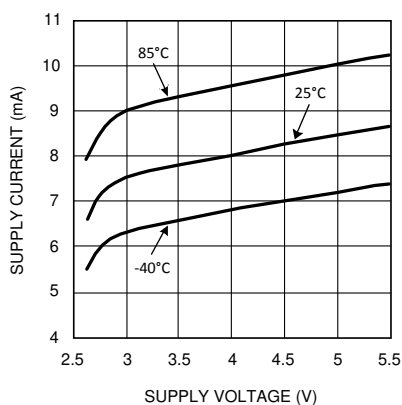


图 5-2. 电源电流与电源电压间的关系

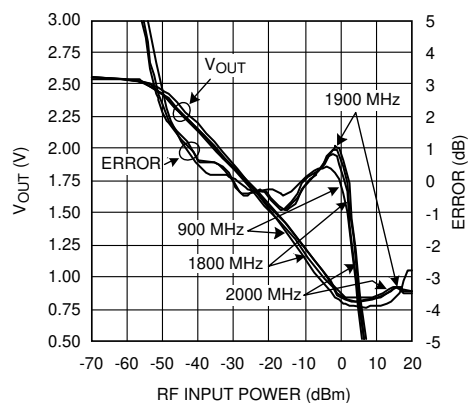


图 5-3. V_{OUT} 和对数一致性与射频输入功率间的关系

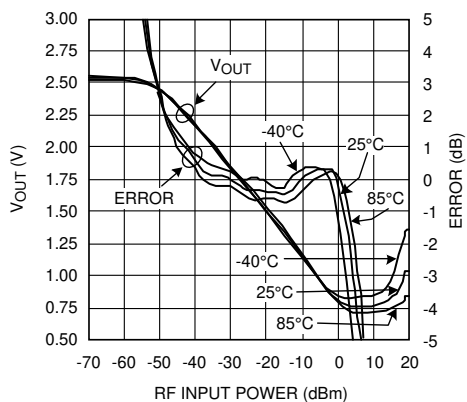


图 5-4. 900MHz 时 V_{OUT} 和对数一致性与射频输入功率间的关系

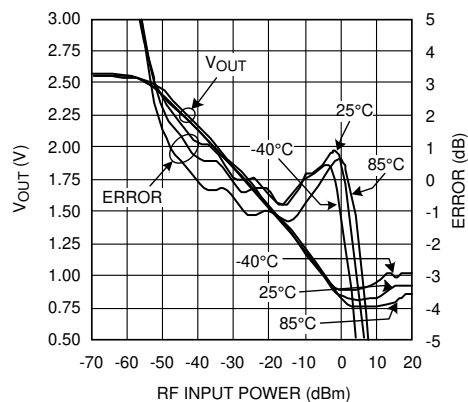


图 5-5. 1800MHz 时 V_{OUT} 和对数一致性与射频输入功率间的关系

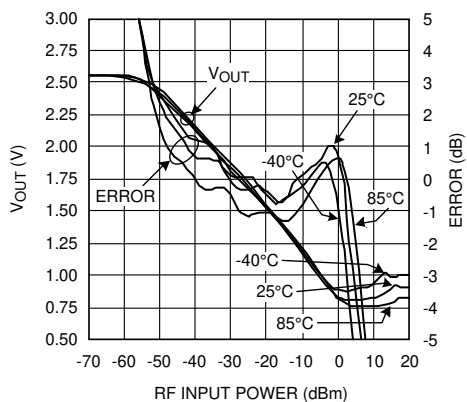


图 5-6. 1900MHz 时 V_{OUT} 和对数一致性与射频输入功率间的关系

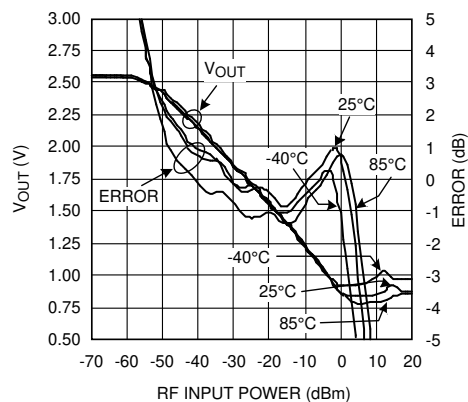


图 5-7. 2000MHz 时 V_{OUT} 和对数一致性与射频输入功率间的关系

5.6 典型特性 (续)

条件为 $V_{DD} = 2.6V$ 且 $T_J = 25^\circ C$ (除非另有说明)

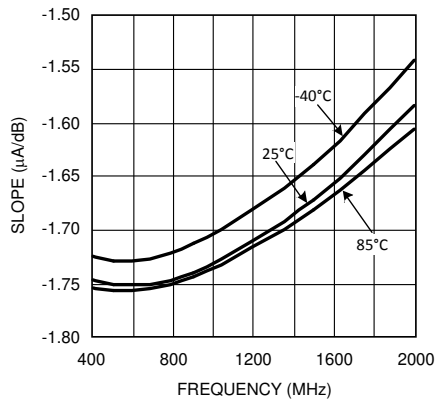


图 5-8. 对数斜率与频率间的关系

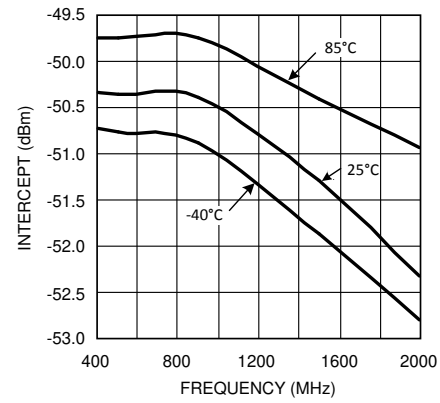


图 5-9. 对数截距与频率间的关系

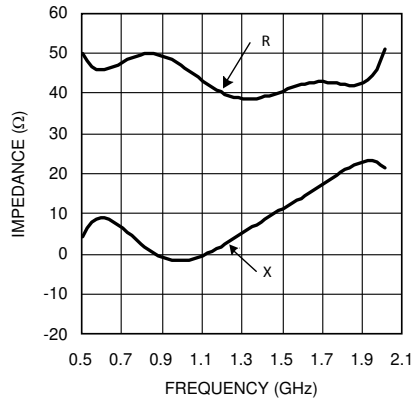


图 5-10. 特定电阻和电抗下的射频输入阻抗与频率间的关系

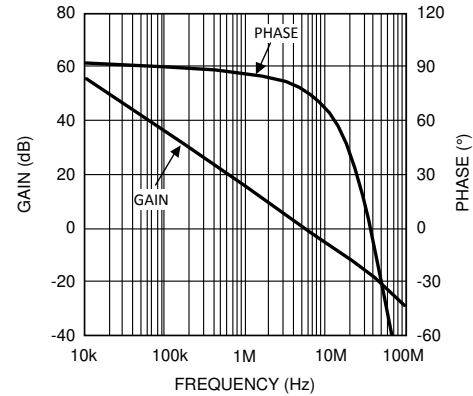


图 5-11. 增益和相位与频率间的关系

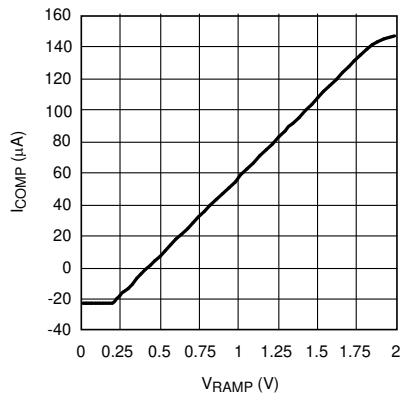


图 5-12. I_{COMP} 与 V_{RAMP} 间的关系

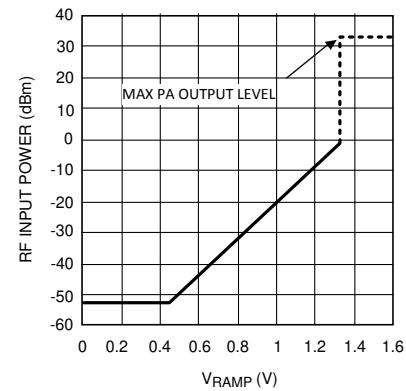


图 5-13. P_{IN} 与 V_{RAMP} 间的关系

5.6 典型特性 (续)

条件为 $V_{DD} = 2.6V$ 且 $T_J = 25^\circ C$ (除非另有说明)

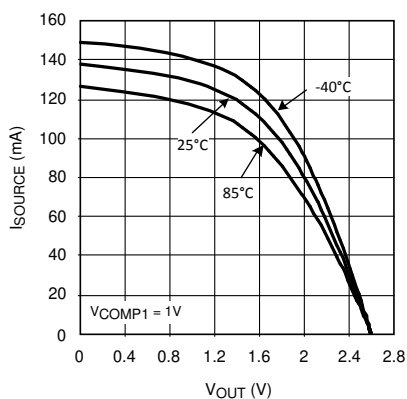


图 5-14. 拉电流与输出电压间的关系

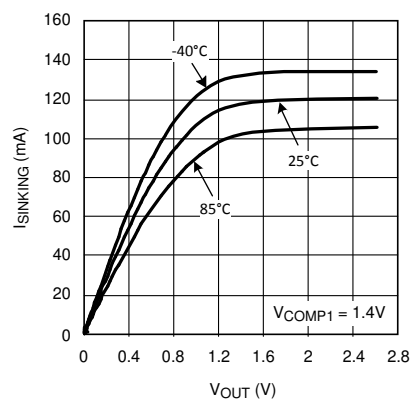


图 5-15. 灌电流与输出电压间的关系

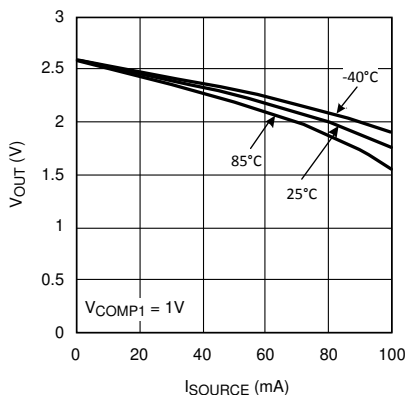


图 5-16. 输出电压与源电流间的关系

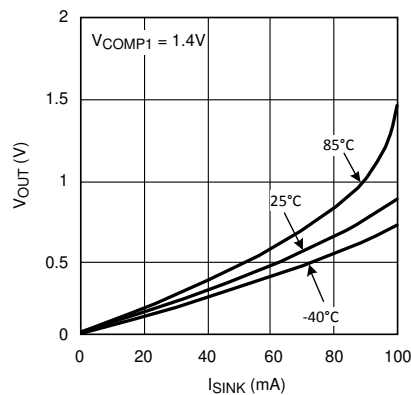
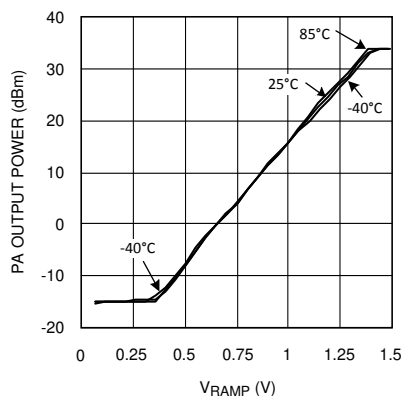
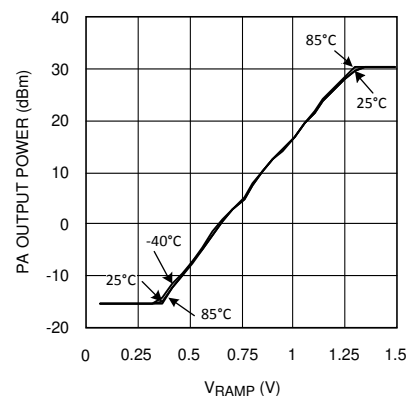


图 5-17. 输出电压与灌电流间的关系



有关 PA 输出和 RF_{IN} 之间的衰减配置, 请参阅节 7.1.3

图 5-18. GSM 900MHz 频带下闭环 P_{OUT} (PA) 与 V_{RAMP} 间的关系

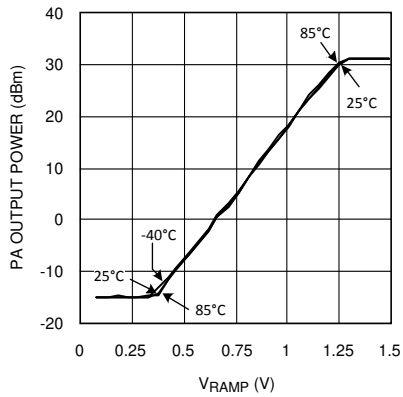


有关 PA 输出和 RF_{IN} 之间的衰减配置, 请参阅节 7.1.3

图 5-19. DCS 1800MHz 频带下闭环 P_{OUT} (PA) 与 V_{RAMP} 间的关系

5.6 典型特性 (续)

条件为 $V_{DD} = 2.6V$ 且 $T_J = 25^\circ C$ (除非另有说明)



有关 PA 输出和 RF_{IN} 之间的衰减配置, 请参阅节 7.1.3

图 5-20. PCS 1900MHz 频带下闭环 P_{OUT} (PA) 与 V_{RAMP} 间的关系

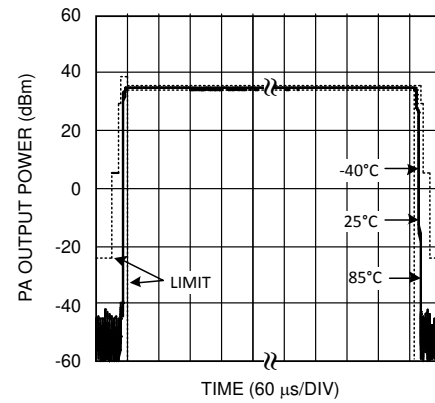


图 5-21. 闭环 GSM-900MHz 频带

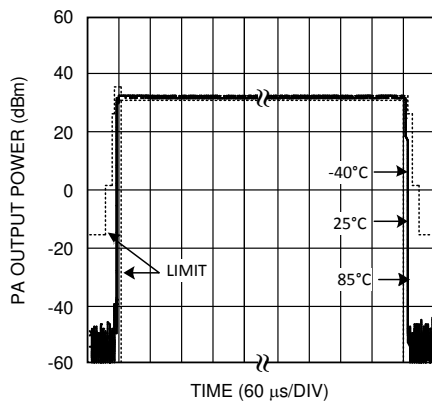


图 5-22. 闭环 DCS-1800MHz 频带

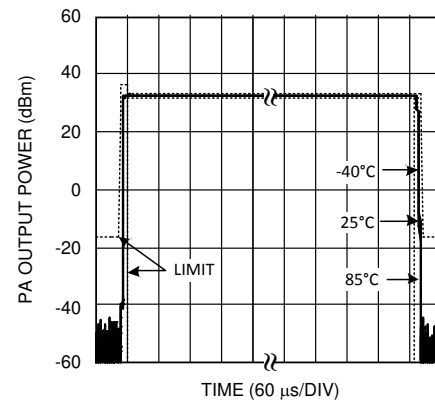


图 5-23. 闭环 PCS-1900MHz 频带

6 详细说明

6.1 功能方框图

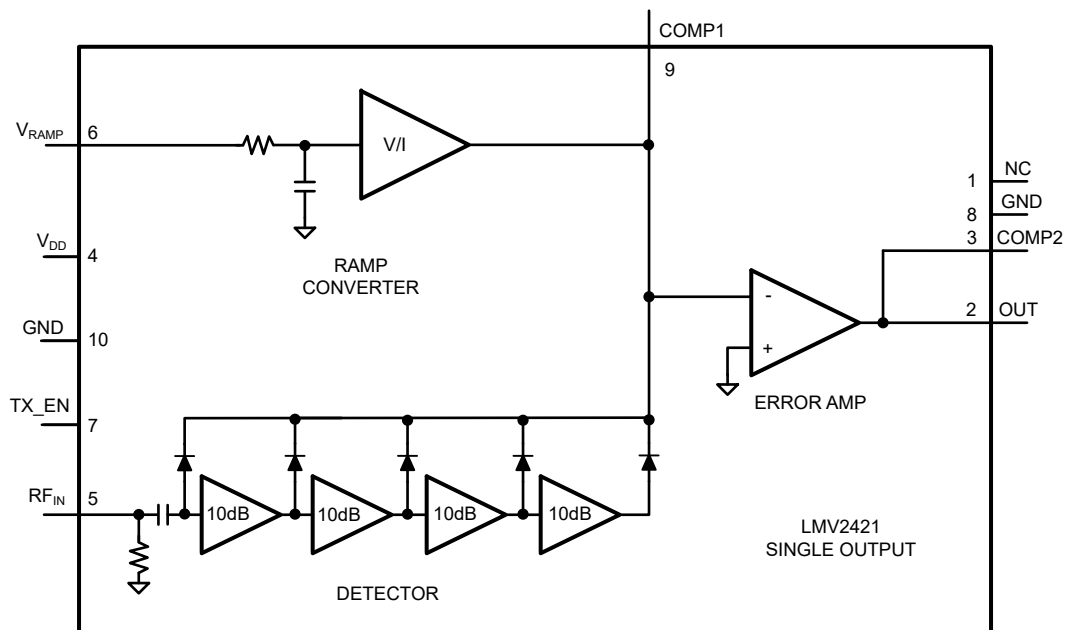


图 6-1. LMV2421

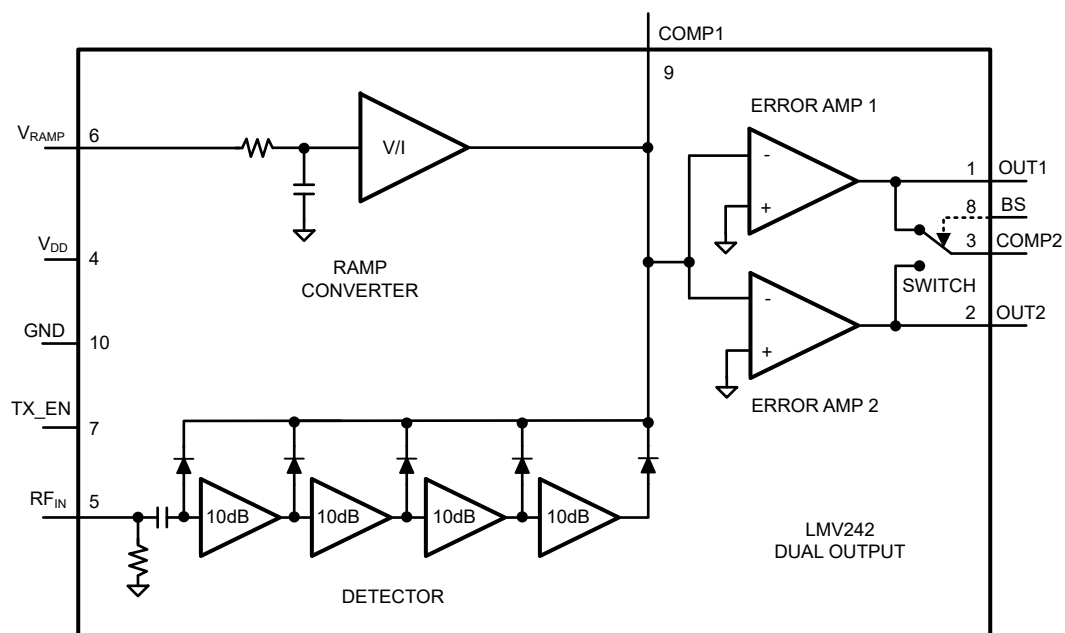


图 6-2. LMV242

7 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

7.1 应用信息

7.1.1 电源控制原则

LMV242x 是 TI RF 功率检测器的成员，具有用于四频带 TDMA 和 GSM 系统的 PA 控制器系列。节 7.2 展示了一种使用 LMV242 围绕 RF 功率放大器 (PA) 实施四频带设计示例的基本方法。LMV242x 包含一个 50dB 对数射频检测器，并直接与方向耦合器连接。

LMV242x 基带 (控制) 接口由三个信号组成：TX_EN 用于启用器件，BS (仅限 LMV242) 用于选择输出 1 或输出 2，以及 V_{RAMP} 用于将射频输出功率设置为指定电平。LMV242x 提供了最大的灵活性，可满足许多不同单电源 PA 类型 (例如采用 GaAs、SiGe 或 Si 技术的 HBT 或 MESFET) 的 GSM 频率和时间掩蔽标准。这些标准由来自基带和 TX_EN 信号的可编程斜坡特性以及外部补偿电容器来满足。

7.1.2 功率放大器受控环路

此部分概述和介绍典型 PA 控制环路的工作原理，以及如何解决设计中遇到的最常见问题。

7.1.2.1 总体概述

PA 控制环路电路的主要优势是不受 PA 增益控制功能变化的影响。使用 PA 控制器时，PA 的增益和增益控制电压 (V_{APC}) 之间的关系对总体传递函数没有影响。总体传递函数是控制器的 V_{RAMP} 电压的函数。根据 V_{RAMP} 的值，PA 控制器将 PA 的增益控制电压设置为产生所需输出电平所必需的电平。消除了 PA 增益控制功能对温度的任何依赖。此外，PA 增益传递函数中的非线性不会出现在总体传递函数中 (P_{OUT} 与 V_{RAMP} 间的关系)。唯一的要求是 PA 的增益控制功能必须是单调的。要实现这种单调增益控制功能，请确保 LMV242x 检测器在温度上保持稳定。

7.1.2.2 典型的 PA 闭环控制设置

图 7-1 显示了功率放大器 (PA) 控制环路的典型设置。从 PA 的输出端开始，该输入通常通过方向耦合器输入到检测器。检测器输出电流 I_{DET} 和斜坡电流 I_{RAMP} 之间的误差 (表示所选的功率设置) 驱动配置为积分器的运算放大器的反相输入。基准电压驱动运算放大器的同相输入。最后，积分器运算放大器的输出驱动功率放大器的增益控制输入，该输入设置输出功率。当 I_{DET} 等于 I_{RAMP} 时，环路稳定。

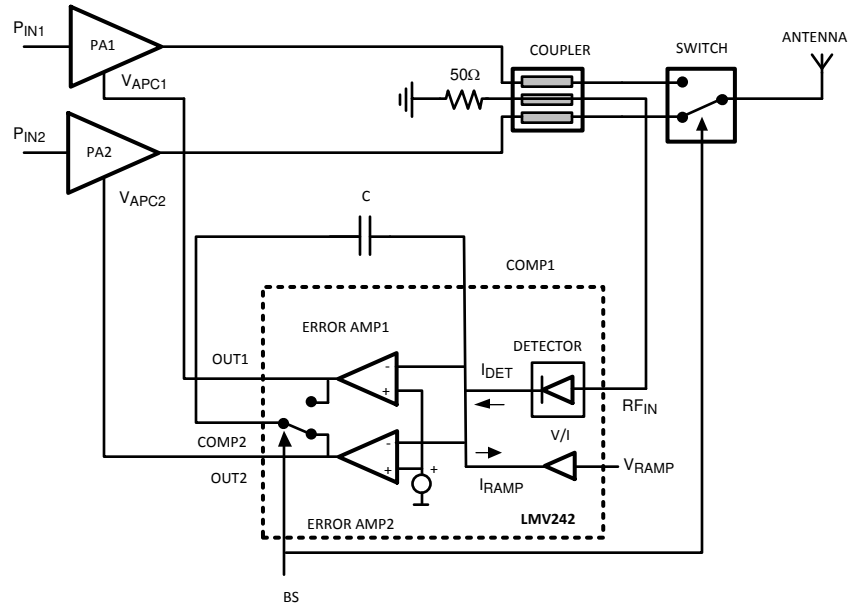


图 7-1. PA 控制环路

最初假设 PA 的输出处于某个低电平，并且 V_{RAMP} 电压为 1V。V/I 转换器将 V_{RAMP} 电压转换为灌电流 I_{RAMP} 。该电流只能来自积分器电容器 C。从该方向流出的电流会增大积分器的输出电压。输出电压驱动 PA 的 V_{APC} ，增大增益（假定 PA 增益控制输入具有正感测；即增大电压将增加增益）。增益增加，从而增大放大器输出电平，直至检测器输出电流等于斜坡电流 I_{RAMP} 。此时，通过电容器的电流降至零，积分器输出保持不变，从而使环路稳定。如果电容器电荷随着时间的推移而丢失，输出电压会降低。不过，检测器中的额外电流可以快速纠正这种泄漏。此环路稳定至 $I_{DET} = I_{RAMP}$ ，从而在 V_{RAMP} 设定电压和 PA 输出功率间建立一个直接关系，此关系与 PA V_{APC} - P_{OUT} 特性无关。

7.1.2.2.1 宽动态范围内的功率控制

该电路旨在生成不受温度影响的输出功率电平。如果检测器具有高动态范围，电路会在宽功率范围内精确设置 PA 输出电平。要设置 PA 输出功率级别，可改变基准电压 (V_{RAMP})。要估算 P_{OUT} 与 V_{RAMP} 的响应，首先检查 LMV242x 的 P_{IN} 与 V_{RAMP} 间的关系 ($P_{OUT} = P_{IN} + \text{衰减}$ ；另请参阅节 7.1.3)。

P_{IN} 和 V_{RAMP} 间的关系由两条曲线表示：

- I_{COMP} 与 V_{RAMP} 间的关系
- V_{OUT} 与射频输入功率间的关系（检测曲线）

要计算 I_{OUT} ，请将检测曲线的 V_{OUT} 除以用于测量的反馈电阻。确定闭环中的 $I_{COMP} = I_{OUT}$ 后，图 7-2 显示所得的 P_{IN} 与 V_{RAMP} 间的关系确定的函数。在 PA 输出和 LMV242x P_{IN} 之间插入额外的衰减，以匹配动态范围。

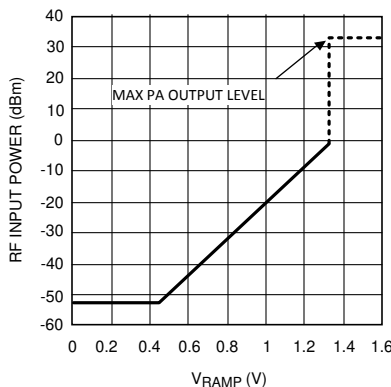


图 7-2. P_{IN} 与 V_{RAMP} 间的关系

使用闭环来控制 PA 优于使用直接控制的 PA。PA 传递函数中存在的非线性和温度变化不会出现在 P_{OUT} 与 V_{RAMP} 间的关系确定的总体传递函数中。图 7-3 给出了典型闭环的响应。该曲线的形状由控制器检测器的响应决定。因此，请确保检测器准确且在温度上稳定，并且最好是以 dB 为单位呈线性，以便实现精确控制的输出功率。控制环路的要求是 PA 的增益控制功能是单调的。借助 dB 检测器的线性， V_{RAMP} 和 PA 输出功率之间的关系也以 dB 为单位呈线性，这使得系统校准变得简单。

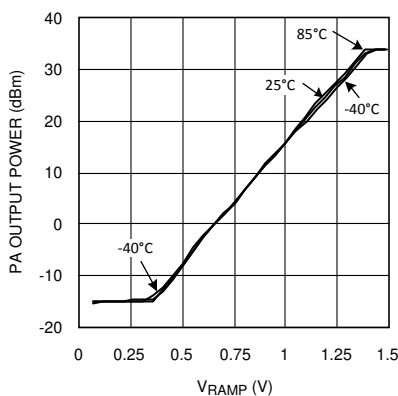


图 7-3. 闭环响应

环路的响应时间通过改变积分器的 RC 时间常数来控制。将 RC 时间常数设置为较低值可实现快速输出稳定，但可能会导致输出包络出现振铃。将 RC 时间常数设置为较高值可以使环路获得良好的稳定性，但会增加稳定时间。

7.1.3 耦合器和 LMV242x 检测器之间的衰减

图 7-4 示出了使用 TI 带有集成射频检测器的 LMV242x 实现的实际射频功率控制环路。来自 PA 的射频信号通过定向耦合器传递到天线。定向耦合器的特征是具有 10dB 至 30dB 范围内（通常为 20dB）的耦合系数。由于耦合输出必须提供一些功率（在本例中是提供给检测器），因此耦合过程会从主输出获取一些功率。这种耦合过程表现为插入损耗，耦合系数越低，插入损耗越高。

在 PA 输出和检测器输入之间选择正确的衰减，以便在 PA 的整个输出功率范围内实现功率控制。PA 输出功率的典型值为 +35.5dBm（对于 GSM）和 +30dBm（对于 PCS/DCS）。为了让这些值适应 LMV242x 检测范围，所需的最小总衰减约为 35dB（另请参阅节 5.6 和图 7-2）。典型的耦合因数为 20dB。插入约 15dB 的额外衰减。

要在耦合器和 LMV242x 的射频输入之间获得额外的衰减 Z，可使用两个电阻器。R_X 和 R_Y（根据图 7-3）

其中

$$Z = 20 \text{ LOG} (R_{IN} / [R_{IN} + R_Y]) \quad (1)$$

或

$$R_Y = R_{IN} \cdot \left(10^{\frac{Z}{20}} - 1 \right) \quad (2)$$

例如, $R_Y = 300 \Omega$ 会导致 16.9dB 的衰减。

为了防止反射回耦合器, 请确保耦合器感知的阻抗为 50Ω (R_O)。阻抗包括与 $R_Y + R_{IN}$ 并联的 R_X 。使用以下公式计算 R_X :

$$R_X = [R_O \times (R_Y + R_{IN})] / R_Y \quad (3)$$

$$R_X = 50 \times [1 + (50 / R_Y)] \quad (4)$$

例如, $R_Y = 300 \Omega$ 、 $R_{IN} = 50 \Omega \rightarrow R_X = 58 \Omega$ 。

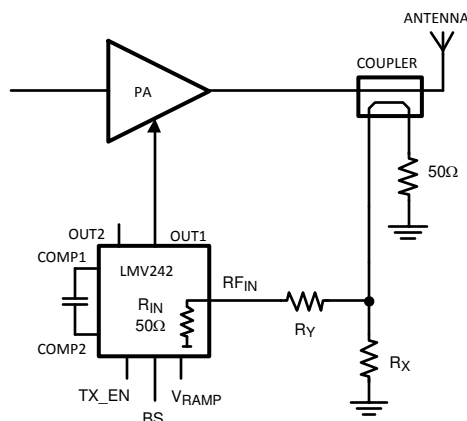


图 7-4. 具有额外衰减的简化 PA 控制环路

7.1.4 LMV242x 的控制

LMV242 (LMV2421) 具有三 (两) 个受控输入 :

- V_{RAMP} 信号 (基带 DAC 斜坡信号)
- TX_EN 是数字信号 (执行关断/发送启用功能)。
- 频带选择 (BS) (仅限 LMV242)

7.1.4.1 V_{RAMP} 信号

实际 V_{RAMP} 输入值可设置系统的 RF 输出功率。通过对 V_{RAMP} 引脚应用特定的屏蔽形状, LMV242x 的输出电压电平将调整 PA 控制电压, 从而从 PA 获得与单个斜坡电压阶跃成正比的功率电平 (P_{OUT}/dBm)。建议用于 RF 功率控制的 V_{RAMP} 电压范围为 0.2V 至 2.0V。 V_{RAMP} 输入可承受 0V 至 V_{DD} 的电压而不会出现故障或损坏。 V_{RAMP} 输入在电平达到大约 206mV 之前不会改变输出电平; 因此, DAC 或为 V_{RAMP} 信号供电的放大器中的偏移电压不会导致过多的射频信号输出和功耗增加。

7.1.4.2 发送使能

功耗要求由 TX_EN 功能支持。这个功能将整个芯片置于一个省电模式以实现最长的待机和通话时间, 同时大大减少加电和断电期间过多的输出干扰。当 $TX_EN =$ 高电平时, 器件处于运行状态; 否则, 器件进入低功耗关断模式。在关断期间, 输出被拉至低电平, 以更大限度地降低输出电压。

7.1.4.3 频带选择 (仅限 LMV242)

LMV242 是具有两个 PA 的 PA 控制环路的理想选择。通过频带选择 (BS) 引脚控制可操控 PA 的 V_{APC} 的两个输出。当 BS 引脚为高电平时, 选择 OUT1。当 BS 引脚为低电平时, 选择 OUT2。未选择的输出会被拉至低电平。

7.1.4.4 模拟输出

输出由一个能够拉电流和灌电流的轨到轨放大器驱动。节 5.6 中提供了关于输出的几条曲线。输出电压与拉电流和灌电流的关系曲线示出了温度范围内电源轨的典型压降。拉电流和灌电流与输出电压特性之间的关系示出了典型的充电和放电电流, 这些电流能够由输出在特定的电压下提供。由 TX_EN 启用时, 输出无干扰。当 TX_EN 为低电平时, 所选输出电压固定或接近接地。

7.1.5 频率补偿

为了补偿和防止 LMV242x RF 检测器/误差放大器输出端的振荡和过冲导致的闭环排列, 可通过 COMP1 和 COMP2 之间连接的外部 RC 元件来调整系统。确切值在很大程度上取决于 PA 特性。在开始时不错的做法是选择 $R = 0\Omega$ 且 $C = 68pF$ 。借助 PA 和耦合器的广泛组合, 选择这些元件时不再限于常用方式。通过在 LMV242x 输出和 PA 的 V_{APC} 输入之间添加一个电阻器 (并在需要时添加一个电感器), 可实现闭环系统的额外频率补偿。如需更多支持, 请联系 TI。

7.2 典型应用

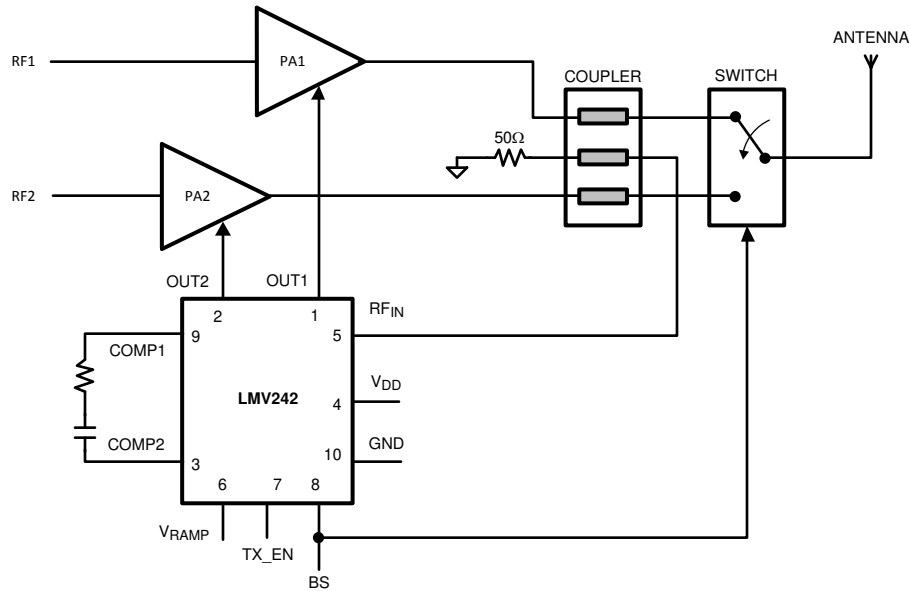


图 7-5. LMV242 的典型应用

8 器件和文档支持

8.1 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。

8.2 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](#)。

8.3 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。

8.4 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。

8.5 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 C (May 2013) to Revision D (June 2025)	Page
• 更新了标题.....	1
• 向数据表添加了单输出型号 LMV2421 以及相关内容.....	1
• 从数据表中删除了停产的芯片和接合焊盘.....	1
• 根据当前标准更新了格式；无技术更改.....	4
• 在两个 <i>电气特性</i> 表中将 V_{COMP1} 更改为 COMP1，将 V_{COMP2} 更改为 COMP2.....	4
• 在图 5-18、图 5-19 和图 5-20 中为参考第 7.1.3 节添加了注释.....	8
• 将引脚 6 名称从 RAMP 更改为 V_{RAMP} ，以与 LMV242 功能方框图中的引脚名称和简化说明相匹配.....	12

Changes from Revision B (May 2013) to Revision C (May 2013)	Page
• 将美国国家通用数据表的版面布局更改为 TI 格式.....	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。

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)
LMV2421LDT	Active	Production	WSO (NGY) 10	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 85	2421L
LMV242LD/NOPB	Active	Production	WSO (NGY) 10	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 85	242LD
LMV242LD/NOPB.A	Active	Production	WSO (NGY) 10	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 85	242LD

⁽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



*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
LMV2421LDT	WSO	NGY	10	1000	177.8	12.4	3.3	3.3	1.0	8.0	12.0	Q1
LMV242LD/NOPB	WSO	NGY	10	1000	177.8	12.4	3.3	3.3	1.0	8.0	12.0	Q1

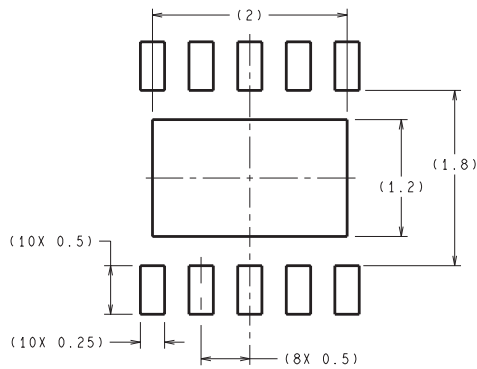
TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



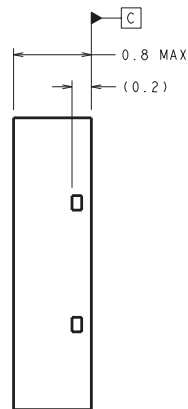
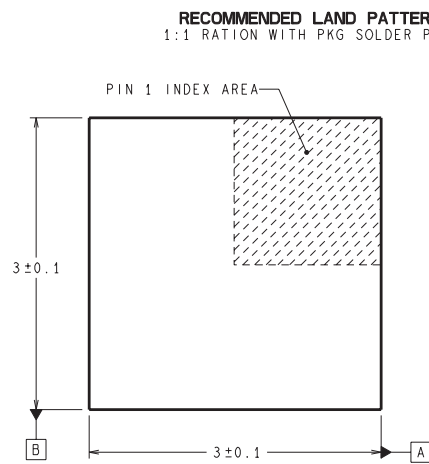
*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LMV2421LDT	WSO	NGY	10	1000	208.0	191.0	35.0
LMV242LD/NOPB	WSO	NGY	10	1000	208.0	191.0	35.0

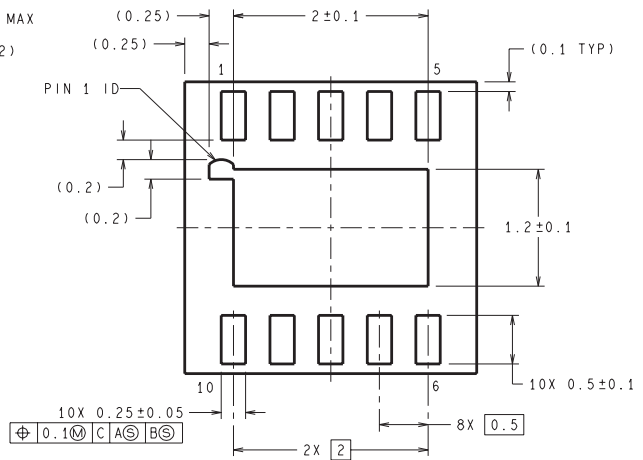
NGY0010A



RECOMMENDED LAND PATTERN
1:1 RATION WITH PKG SOLDER PADS



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS



LDA10A (Rev B)

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 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月