

产品特性

输入电压范围：2.5 V至5.5 V

两个1200 mA降压稳压器和两个300 mA LDO稳压器

24引脚、4 mm x 4 mm LFCSP封装

稳压器精度：±1.8%

工厂编程设置或外部可调的VOUTx

精密使能引脚，使电源时序更简单

工厂可选电源良好引脚

3 MHz降压工作，支持强制PWM模式和自动PWM/PSM模式

BUCK1/BUCK2：输出电压范围0.8 V至3.8 V

LDO1/LDO2：输出电压范围0.8 V至5.2 V

LDO1/LDO2：输入电压范围：1.7 V至5.5 V

LDO1/LDO2：高PSRR、低输出噪声

应用

为处理器、特定应用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列

(FPGA)和射频(RF)芯片组供电

便携式仪器仪表和医疗设备

空间受限设备

典型应用电路

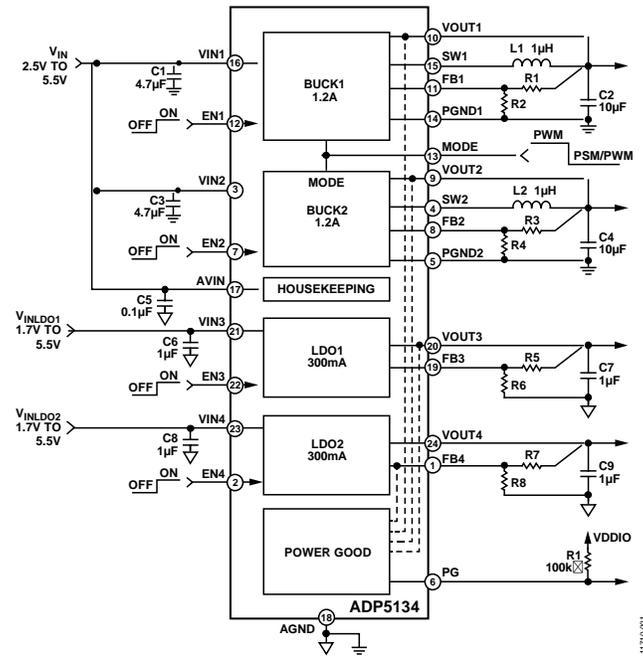


图1.

概述

ADP5134集成两个高性能降压稳压器和两个低压差稳压器(LDO)，采用24引脚、4 mm x 4 mm LFCSP封装。

降压稳压器的高开关频率支持小型多层外部器件，并使电路板空间降至最小。当MODE引脚设置为高电平时，降压稳压器以强制脉冲宽度调制(PWM)模式工作。当MODE引脚设置为低电平时，如果负载高于预定义阈值，则降压稳压器以PWM模式工作；当负载电流降至预定义阈值以下时，稳压器以省电模式(PSM)工作，以便改善轻负载效率。

为降低输入电容要求，两个降压稳压器以错相工作。ADP5134 LDO稳压器的低静态电流、低压差和宽输入电压范围可延长便携式设备的电池使用时间。在频率高达10 kHz时，ADP5134 LDO稳压器能保持60 dB以上的电源抑制性能，而所需的电压裕量则很低(500 mV)。

ADP5134中的稳压器通过专用使能引脚激活。可调版本的默认输出电压可以在外部设置，固定电压版本的默认输出电压则可在工厂编程设置；预设值范围广泛。

表1. 该系列产品型号

型号	通道	最大电流	封装
ADP5023	2个降压、1个LDO	800 mA, 300 mA	LFCSP (CP-24-10)
ADP5024	2个降压、1个LDO	1.2 A, 300 mA	LFCSP (CP-24-10)
ADP5034	2个降压、2个LDO	1.2 A, 300 mA	LFCSP (CP-24-10), TSSOP (RE-28-1)
ADP5037	2个降压、2个LDO	800 mA, 300 mA	LFCSP (CP-24-10)
ADP5033	2个降压、2个LDO, 带2个ENx引脚	800 mA, 300 mA	WLCSP (CB-16-8)
ADP5040	1个降压、2个LDO	1.2 A, 300 mA	LFCSP (CP-20-10)
ADP5041	1个降压、2个LDO, 带监控电路、 看门狗功能和 手动复位	1.2 A, 300 mA	LFCSP (CP-20-10)

Rev. 0

Document Feedback

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 ©2013 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
Technical Support www.analog.com

ADI中文版数据手册是英文版数据手册的译文，敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误，ADI不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性，请参考ADI提供的最新英文版数据手册。

目录

产品特性	1	工作原理	15
应用	1	电源管理单元	15
典型应用电路	1	BUCK1和BUCK2	17
概述	1	LDO1和LDO2	18
修订历史	2	应用信息	19
技术规格	3	降压稳压器外部元件选择	19
通用规格	3	LDO稳压器外部元件选择	20
BUCK1和BUCK2技术规格	4	功耗与散热考虑	22
LDO1和LDO2技术规格	4	降压稳压器功耗	22
推荐规格：输入和输出电容	5	结温	23
绝对最大额定值	6	PCB布局指南	24
热阻	6	典型应用电路图	25
ESD警告	6	物料清单	26
引脚配置和功能描述	7	外形尺寸	27
典型性能参数	8	订购指南	27

修订历史

2013年10月—修订版0：初始版

技术规格

通用规格

除非另有说明, $V_{AVIN} = V_{VIN1} = V_{VIN2} = 2.5 \text{ V}$ 至 5.5 V , $V_{VIN3} = V_{VIN4} = 1.7 \text{ V}$ 至 5.5 V ; 对于最小值/最大值规格, $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$; 对于典型值规格, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表2.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	$V_{AVIN}, V_{VIN1}, V_{VIN2}$		2.5	5.5		V
热关断 阈值	T_{SD}	T_j 上升		150		$^\circ\text{C}$
迟滞	T_{SD-HYS}			20		$^\circ\text{C}$
启动时间 ¹ BUCK1	t_{START1}			650		μs
BUCK2	t_{START2}			750		μs
LDO1、LDO2(快速软启动)	t_{START3}			650		μs
LDO1、LDO2(慢速软启动)	t_{START4}			900		μs
启动时间, BUCK2优先 BUCK2	t_{START5}			750		μs
BUCK1	t_{START6}			300		μs
LDO1、LDO2(快速软启动)	t_{START7}			300		μs
LDO1、LDO2(慢速软启动)	t_{START8}			600		μs
关断控制 高电平	V_{IH_EN}	所有ENx引脚低于 V_{IL_EN} 电平以实现 $I_{SHUTDOWN}$ $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	0.9			V
低电平	V_{IL_EN}				0.35	V
精密使能引脚(ENx) 模拟激活阈值	V_{ENR}	稳压器激活/停用阈值 器件退出关断($V_{ENx} > V_{IH_EN}$)	0.94	0.97	1	V
迟滞(稳压器停用)	V_{ENH}			80		mV
输入漏电流	$V_{I-LEAKAGE}$			0.05	1	μA
电源良好引脚(PG) 电源良好下降阈值	V_{PGLOW}	监控 V_{OUT} 退出调节 V_{OUT} 时		90		%
电源良好上升阈值	V_{PGHYS}	V_{OUT} 时	91	94	97	%
电源良好延迟	t_{PGDLY}			15		μs
电源良好漏电流	I_{PGIQ}	$V_{PG} = V_{IN}$ 负载电流(I_{LOADx}) = 1 mA			1	μA
电源良好输出低电压	V_{PGOL}			0.02	0.15	V
模式引脚 高电平	V_{IH_MOD}		1.1			V
低电平	V_{IL_MOD}				0.4	V
输入电流 所有通道使能	$I_{STBY-NOSW}$	空载, 无降压器切换		113	182	μA
所有通道禁用	$I_{SHUTDOWN}$	$T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$		0.3	1	μA
VIN1欠压闭锁 低UVLO输入电压上升	$UVLO_{VIN1RISE}$				2.45	V
低UVLO输入电压下降	$UVLO_{VIN1FALL}$		1.95			V

¹ 启动时间定义为从 $EN1 = EN2 = EN3 = EN4(0 \text{ V至} V_{AVIN})$ 到 V_{OUT1} 、 V_{OUT2} 、 V_{OUT3} 、 V_{OUT4} 达到其标称值90%的时间。如果另一个通道已经使能, 则单个通道的启动时间会更短。更多信息参见典型工作特性部分。

ADP5134

BUCK1和BUCK2技术规格

除非另有说明, $V_{AVIN} = V_{VIN1} = V_{VIN2} = 2.5\text{ V}$ 至 5.5 V ; 对于最小值/最大值规格, $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$; 对于典型值规格, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。所有极端温度限值都采用标准统计质量控制(SQC)通过相关性予以保证。

表3.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输出特性						
输出电压精度	$\Delta V_{VOUT1}/V_{VOUT1}$, $\Delta V_{VOUT2}/V_{VOUT2}$	PWM模式, $I_{LOAD1} = I_{LOAD2} = 0\text{ mA}$	-1.8		+1.8	%
电压调整率	$(\Delta V_{VOUT1}/V_{VOUT1})/\Delta V_{VIN1}$, $(\Delta V_{VOUT2}/V_{VOUT2})/\Delta V_{VIN2}$	PWM模式		-0.05		%/V
负载调整率	$(\Delta V_{VOUT1}/V_{VOUT1})/\Delta I_{VOUT1}$, $(\Delta V_{VOUT2}/V_{VOUT2})/\Delta I_{VOUT2}$	$I_{LOAD} = 0\text{ mA}$ 至 1200 mA , PWM模式		-0.1		%/A
电压反馈	V_{FB1} , V_{FB2}	可调输出型号	0.491	0.5	0.509	V
工作电源电流	I_{IN}	MODE = 地				
仅BUCK1		$I_{LOAD1} = 0\text{ mA}$, 器件不开关, 所有其它通道禁用		44		μA
仅BUCK2		$I_{LOAD2} = 0\text{ mA}$, 器件不开关, 所有其它通道禁用		55		μA
BUCK1和BUCK2		$I_{LOAD1} = I_{LOAD2} = 0\text{ mA}$, 器件不开关, LDO通道禁用		67		μA
PSM电流阈值	I_{PSM}	PSM转PWM工作模式		100		mA
SWx特性						
SWx导通电阻	R_{NFET} R_{PFET} R_{NFET} R_{PFET}	$V_{VIN1} = V_{VIN2} = 3.6\text{ V}$ $V_{VIN1} = V_{VIN2} = 3.6\text{ V}$ $V_{VIN1} = V_{VIN2} = 5.5\text{ V}$ $V_{VIN1} = V_{VIN2} = 5.5\text{ V}$		155 205 137 162	240 310 204 243	$\text{m}\Omega$ $\text{m}\Omega$ $\text{m}\Omega$ $\text{m}\Omega$
限流	I_{LIMIT1} , I_{LIMIT2}	PFET开关峰值电流限值	1600	1950	2300	mA
有源下拉电阻	R_{PDWN-B}	$V_{VIN1} = V_{VIN2} = 3.6\text{ V}$, 通道禁用		75		Ω
振荡器频率	f_{SW}		2.5	3.0	3.5	MHz

LDO1和LDO2技术规格

除非另有说明, $V_{VIN3} = (V_{VOUT3} + 0.5\text{ V})$ 或 1.7 V (取较大者)至 5.5 V , $V_{VIN4} = (V_{VOUT4} + 0.5\text{ V})$ 或 1.7 V (取较大者)至 5.5 V ; $C_{IN} = C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$; 对于最小值/最大值规格, $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$; 对于典型值规格, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。所有极端温度限值都采用标准统计质量控制(SQC)通过相关性予以保证。

表4.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	V_{VIN3} , V_{VIN4}		1.7		5.5	V
工作电源电流						
每个LDO的偏置电流 ¹	$I_{VIN3BIAS}/I_{VIN4BIAS}$	$I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 0\text{ }\mu\text{A}$ $I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 10\text{ mA}$ $I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 300\text{ mA}$		10 60 165	30 100 245	μA μA μA
总系统输入电流	I_{IN}	包括输入AVIN、VIN1、VIN2、VIN3和VIN4的所有电流				
仅LDO1或LDO2		$I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 0\text{ }\mu\text{A}$, 所有其它通道禁用		63		μA
LDO1和LDO2		$I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 0\text{ }\mu\text{A}$, 降压通道禁用		84		μA

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位	
输出特性							
输出电压精度	$\Delta V_{VOUT3}/V_{VOUT3}$, $\Delta V_{VOUT4}/V_{VOUT4}$	$I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 1 \text{ mA}$	-1.8		+1.8	%	
电压调整率	$(\Delta V_{VOUT3}/V_{VOUT3})/\Delta V_{VIN3}$, $(\Delta V_{VOUT4}/V_{VOUT4})/\Delta V_{VIN4}$	$I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 1 \text{ mA}$	-0.0		+0.0	%/V	
负载调整率 ²	$(\Delta V_{VOUT3}/V_{VOUT3})/\Delta I_{VOUT3}$, $(\Delta V_{VOUT4}/V_{VOUT4})/\Delta I_{VOUT4}$	$I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 1 \text{ mA至} 300 \text{ mA}$	3	0.001	3	0.003	%/mA
电压反馈	V_{FB3}, V_{FB4}		0.491	0.5	0.509	V	
压差 ³	$V_{DROPOUT}$	$V_{VOUT3} = V_{VOUT4} = 5.2 \text{ V}, I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 300 \text{ mA}$ $V_{VOUT3} = V_{VOUT4} = 3.3 \text{ V}, I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 300 \text{ mA}$ $V_{VOUT3} = V_{VOUT4} = 2.5 \text{ V}, I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 300 \text{ mA}$ $V_{VOUT3} = V_{VOUT4} = 1.8 \text{ V}, I_{VOUT3} = I_{VOUT4} = 300 \text{ mA}$		50	140	mV	
限流阈值 ⁴	I_{LIMIT3}, I_{LIMIT4}		335	600		mA	
有源下拉电阻	R_{PDWN-L}	通道禁用		600		Ω	
输出噪声							
稳压器LDO1	$NOISE_{LDO1}$	10 Hz至100 kHz, $V_{VIN3} = 5 \text{ V}, V_{VOUT3} = 2.8 \text{ V}$		100		$\mu\text{V rms}$	
稳压器LDO2	$NOISE_{LDO2}$	10 Hz至100 kHz, $V_{VIN4} = 5 \text{ V}, V_{VOUT4} = 1.2 \text{ V}$		60		$\mu\text{V rms}$	
电源抑制比	PSRR						
稳压器LDO1		10 kHz, $V_{VIN3} = 3.3 \text{ V}, V_{VOUT3} = 2.8 \text{ V}, I_{VOUT3} = 1 \text{ mA}$ 100 kHz, $V_{VIN3} = 3.3 \text{ V}, V_{VOUT3} = 2.8 \text{ V}, I_{VOUT3} = 1 \text{ mA}$ 1 MHz, $V_{VIN3} = 3.3 \text{ V}, V_{VOUT3} = 2.8 \text{ V}, I_{VOUT3} = 1 \text{ mA}$		60		dB	
稳压器LDO2		10 kHz, $V_{VIN4} = 1.8 \text{ V}, V_{VOUT4} = 1.2 \text{ V}, I_{VOUT4} = 1 \text{ mA}$ 100 kHz, $V_{VIN4} = 1.8 \text{ V}, V_{VOUT4} = 1.2 \text{ V}, I_{VOUT4} = 1 \text{ mA}$ 1 MHz, $V_{VIN4} = 1.8 \text{ V}, V_{VOUT4} = 1.2 \text{ V}, I_{VOUT4} = 1 \text{ mA}$		54		dB	
				57		dB	
				64		dB	

¹ 这是VIN3或VIN4的输入电流，不提供给输出负载。如果仅LDO1活动，则它是VIN3的电流。如果仅LDO2活动，则它是VIN4的电流。

² 基于使用1 mA和300 mA负载的端点计算。

³ 压差定义为将输入电压设置为标称输出电压时的输入至输出电压差。这仅适用于高于1.7 V的输出电压。

⁴ 限流阈值定义为输出电压降至额定典型值90%时的电流。例如，3.0 V输出电压的电流限值定义为引起输出电压降至3.0 V的90%或2.7 V的电流。

推荐规格：输入和输出电容

除非另有说明， $T_A = -40^\circ\text{C至}+125^\circ\text{C}$ 。

表5.

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
标称输入和输出电容额定值					
BUCK1、BUCK2输入电容额定值	C_{MIN1}, C_{MIN2}	4.7		40	μF
BUCK1、BUCK2输出电容额定值	C_{MIN1}, C_{MIN2}	10		40	μF
LDO1、LDO2输入和输出电容额定值	C_{MIN3}, C_{MIN4}	1.0			μF
电容ESR	R_{ESR}	0.001		1	Ω

¹ 在所有工作条件下，输入和输出电容必须大于1.0 μF 。选择器件时必须考虑应用的所有工作条件，确保达到最小电容要求。建议使用X7R型和X5R型电容，不建议使用温度和直流偏置特性不佳的Y5V和Z5U电容。

绝对最大额定值

表6.

参数	额定值
AVIN至AGND	-0.3 V至+6 V
VIN1、VIN2至AVIN	-0.3 V至+0.3 V
PGND1、PGND2至AGND	-0.3 V至+0.3 V
VIN3、VIN4、VOUT1、VOUT2、FB1、FB2、FB3、FB4、EN1、EN2、EN3、EN4、MODE、PG至AGND	-0.3 V至(VIN + 0.3 V)
VOUT3至AGND	-0.3 V至(VIN3 + 0.3 V)
VOUT4至AGND	-0.3 V至(VIN4 + 0.3 V)
SW1至PGND1	-0.3 V至(VIN1 + 0.3 V)
SW2至PGND2	-0.3 V至(VIN2 + 0.3 V)
存储温度范围	-65°C至+150°C
工作结温范围	-40°C至+125°C
焊接条件	JEDEC J-STD-020

注意，超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。这只是额定最值，并不能以这些条件或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，推断器件能否正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

有关功耗的详细信息，请参阅“功耗与散热考虑”部分。

热阻

θ_{JA} 针对最差条件，即焊接在电路板上的器件为表贴封装。

表7. 热阻

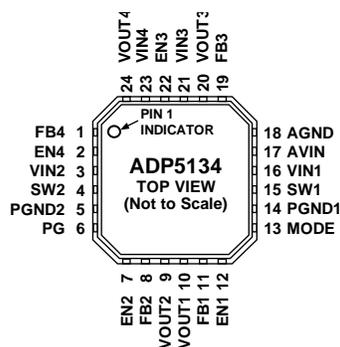
封装类型	θ_{JA}	θ_{JC}	单位
24引脚、0.5 mm间距LFCSP	35	3	°C/W

ESD警告

**ESD(静电放电)敏感器件。**

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

引脚配置和功能描述



NOTES
1. SOLDER THE EXPOSED PAD TO THE GROUND PLANE.

11710-002

图2. 引脚配置

表8. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
1	FB4	LDO2反馈输入。对于可调输出电压的型号，应将此引脚连接到LDO2电阻分压器的中部。对于工厂设置输出电压的型号，应将FB4连接到VOUT4上电容的顶部。
2	EN4	LDO2使能引脚。当EN4设为高电平时，该稳压器开启。当EN4设为低电平时，该稳压器关闭。
3	VIN2	BUCK2输入电源(2.5 V至5.5 V)。应将VIN2连接到VIN1和AVIN。
4	SW2	BUCK2开关节点。
5	PGND2	BUCK2的专用电源地。
6	PG	电源良好引脚输出。工厂可选，用以监控最多4个稳压器的输出电压。
7	EN2	BUCK2使能引脚。当EN2设为高电平时，该稳压器开启。当EN2设为低电平时，该稳压器关闭。
8	FB2	BUCK2反馈输入。对于可调输出电压的型号，应将此引脚连接到BUCK2电阻分压器的中部。对于固定输出电压的型号，此引脚保持不连接。
9	VOUT2	BUCK2输出电压检测输入。应将VOUT2连接到BUCK2输出电容的顶部。
10	VOUT1	BUCK1输出电压检测输入。应将VOUT1连接到BUCK1输出电容的顶部。
11	FB1	BUCK1反馈输入。对于可调输出电压的型号，应将此引脚连接到BUCK1电阻分压器的中部。对于固定输出电压的型号，此引脚保持不连接。
12	EN1	BUCK1使能引脚。当EN1设为高电平时，该稳压器开启。当EN1设为低电平时，该稳压器关闭。
13	MODE	BUCK1/BUCK2工作模式。当MODE设置为高电平时，器件以强制PWM模式工作。当MODE设置为低电平时，器件自动以PWM/PSM模式工作。
14	PGND1	BUCK1的专用电源地。
15	SW1	BUCK1开关节点。
16	VIN1	BUCK1输入电源(2.5 V至5.5 V)。应将VIN1连接到VIN2和AVIN。
17	AVIN	模拟输入电源(2.5 V至5.5 V)。应将AVIN连接到VIN1和VIN2。
18	AGND	模拟地。
19	FB3	LDO1反馈输入。对于可调输出电压的型号，应将此引脚连接到LDO1电阻分压器的中部。对于工厂设置输出电压的型号，应将FB3连接到VOUT3上电容的顶部。
20	VOUT3	LDO1输出电压。
21	VIN3	LDO1输入电源(1.7 V至5.5 V)。
22	EN3	LDO1使能引脚。当EN3设为高电平时，该稳压器开启；当EN3设为低电平时，该稳压器关闭。
23	VIN4	LDO2输入电源(1.7 V至5.5 V)。
24	VOUT4	LDO2输出电压。
	EP	裸露焊盘。裸露焊盘焊接到接地层。

ADP5134

典型性能参数

除非另有说明, $V_{VIN1} = V_{VIN2} = V_{VIN3} = V_{VIN4} = 3.6\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

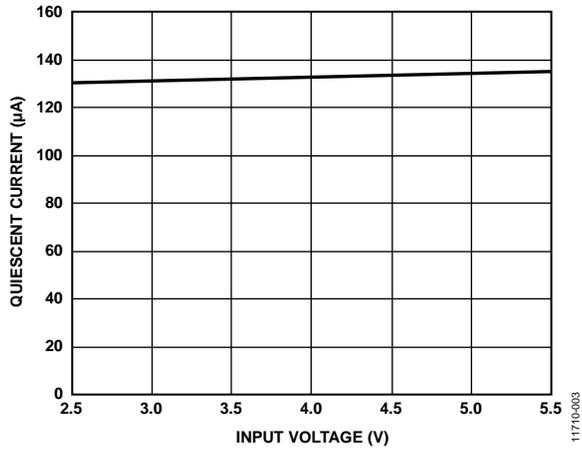


图3. 系统静态电流与输入电压的关系, $V_{VOUT1} = 3.3\text{ V}$, $V_{VOUT2} = 1.8\text{ V}$, $V_{VOUT3} = 1.2\text{ V}$, $V_{VOUT4} = 3.3\text{ V}$, 所有通道均无负载

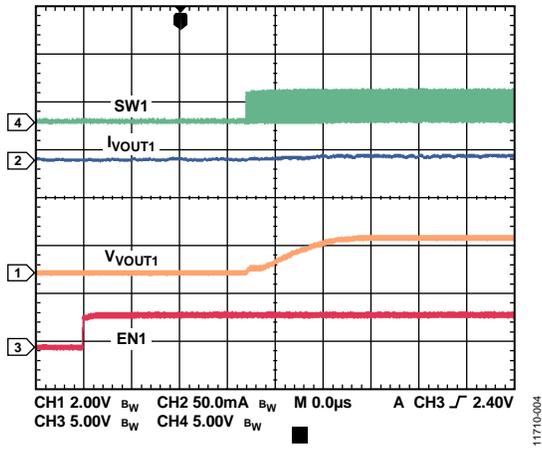


图4. BUCK1启动, $V_{VIN1} = 4.2\text{ V}$, $V_{VOUT1} = 1.8\text{ V}$, $I_{VOUT1} = 5\text{ mA}$

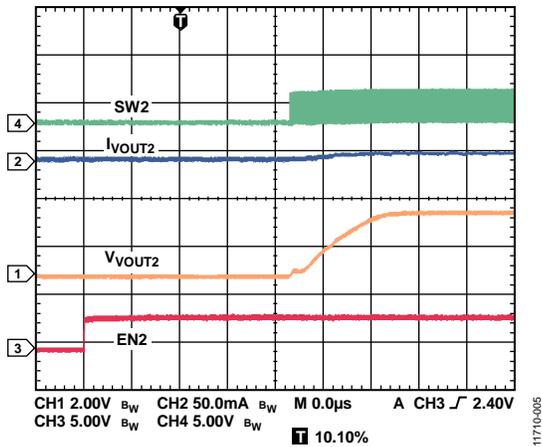


图5. BUCK2启动, $V_{VIN2} = 4.2\text{ V}$, $V_{VOUT2} = 3.3\text{ V}$, $I_{VOUT2} = 10\text{ mA}$

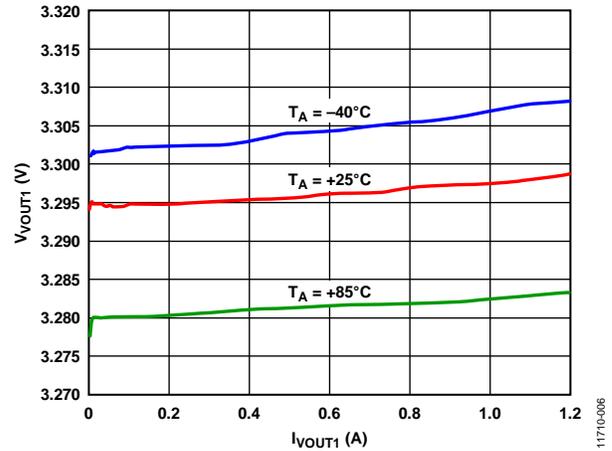


图6. 不同温度的BUCK1负载调整率, $V_{VIN1} = 4.2\text{ V}$, $V_{VOUT1} = 3.3\text{ V}$, PWM模式

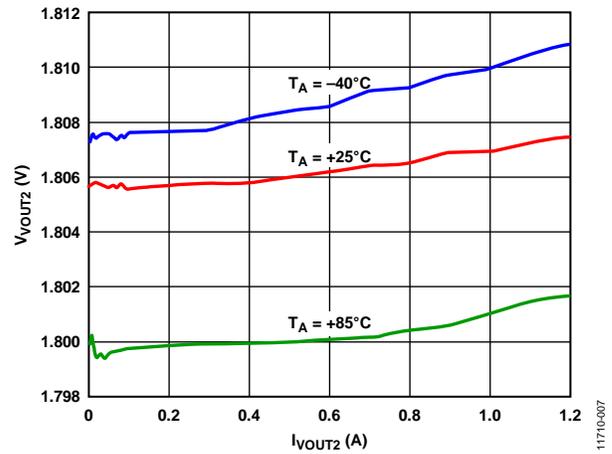


图7. 不同温度的BUCK2负载调整率, $V_{VIN2} = 3.6\text{ V}$, $V_{VOUT2} = 1.8\text{ V}$, PWM模式

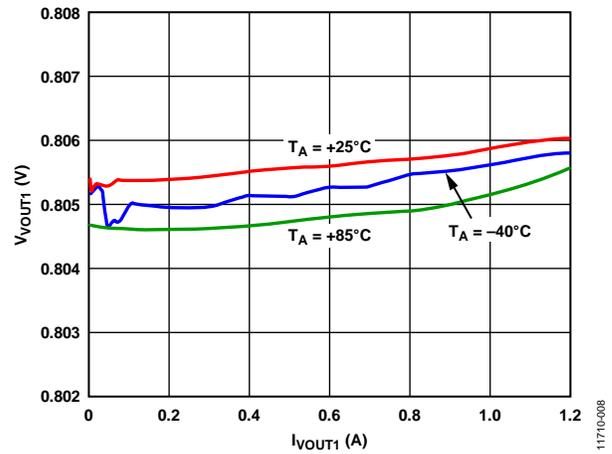


图8. 不同输入电压的BUCK1负载调整率, $V_{VIN1} = 3.6\text{ V}$, $V_{VOUT1} = 0.8\text{ V}$, PWM模式

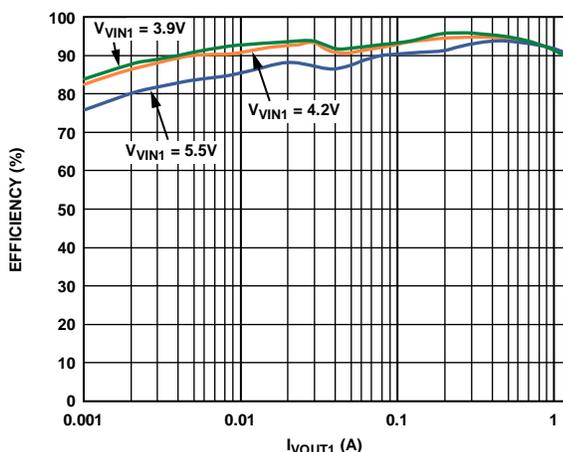


图9. 不同输入电压的BUCK1效率与负载电流的关系, $V_{VOUT1} = 3.3\text{ V}$, 自动模式

11710-009

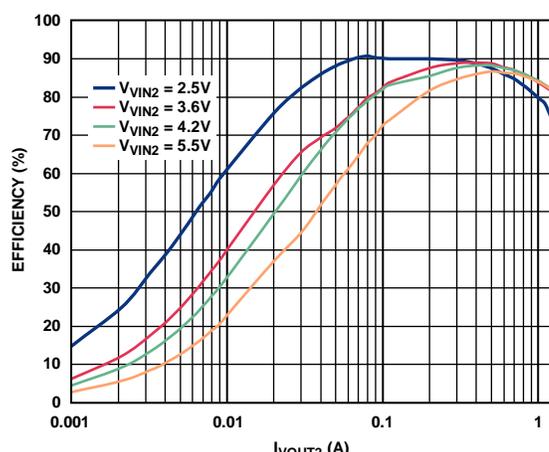


图12. 不同输入电压的BUCK2效率与负载电流的关系, $V_{VOUT2} = 1.8\text{ V}$, PWM模式

11710-012

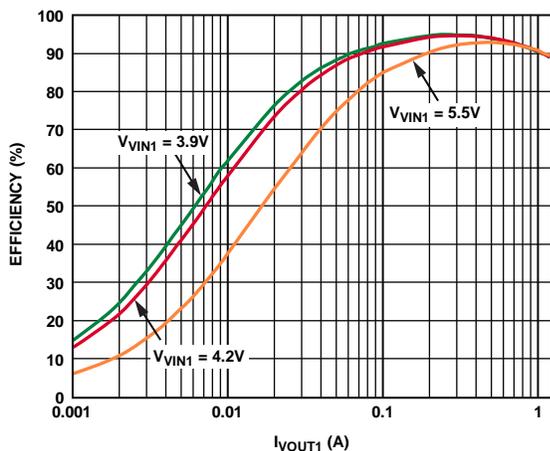


图10. 不同输入电压的BUCK1效率与负载电流的关系, $V_{VOUT1} = 3.3\text{ V}$, PWM模式

11710-010

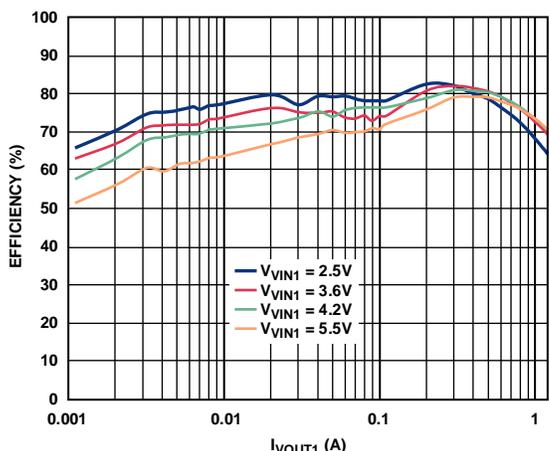


图13. 不同输入电压的BUCK1效率与负载电流的关系, $V_{VOUT1} = 0.8\text{ V}$, 自动模式

11710-013

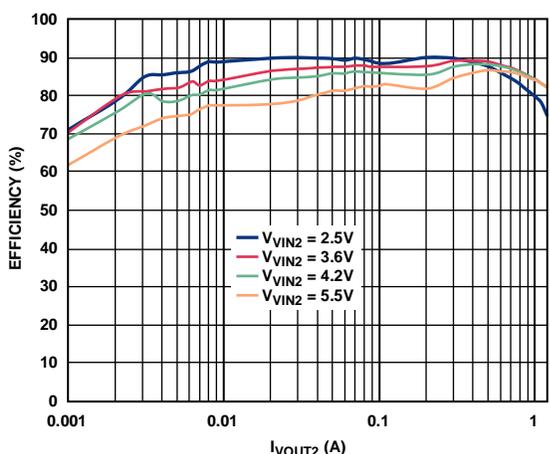


图11. 不同输入电压的BUCK2效率与负载电流的关系, $V_{VOUT2} = 1.8\text{ V}$, 自动模式

11710-011

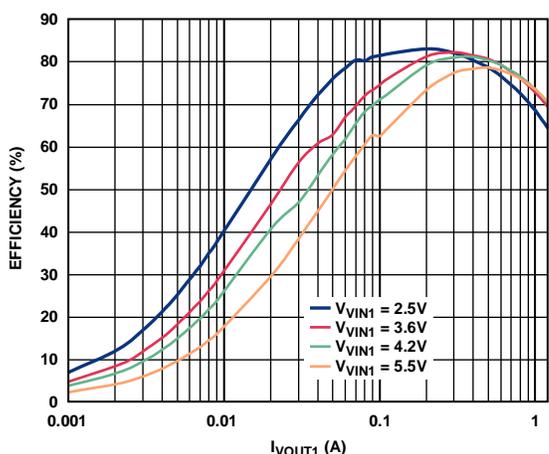


图14. 不同输入电压的BUCK1效率与负载电流的关系, $V_{VOUT1} = 0.8\text{ V}$, PWM模式

11710-014

ADP5134

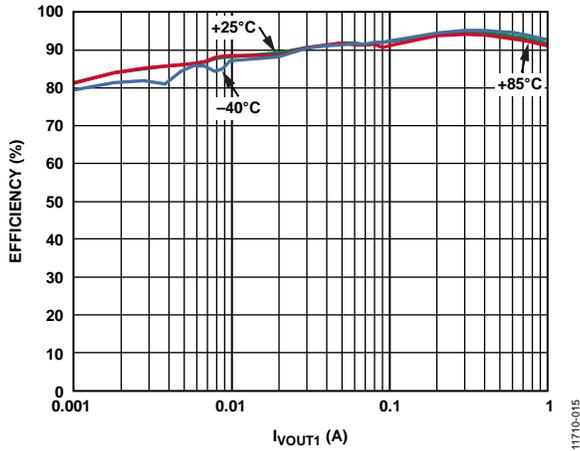


图15. 不同温度的BUCK1效率与负载电流的关系,
 $V_{VIN1} = 3.9\text{ V}$, $V_{VOUT1} = 3.3\text{ V}$, 自动模式

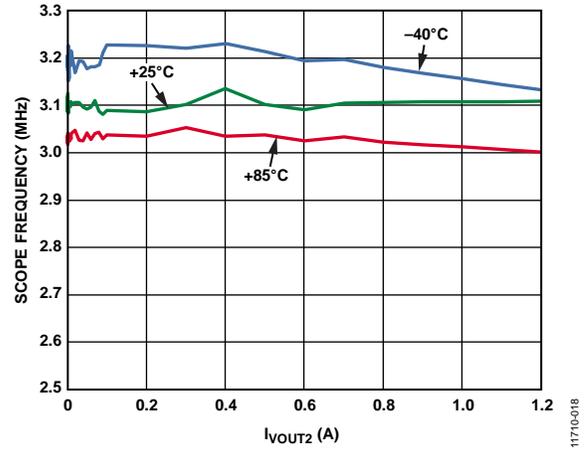


图18. 不同温度的BUCK2开关频率与输出电流的关系,
 $V_{VOUT2} = 1.8\text{ V}$, PWM模式

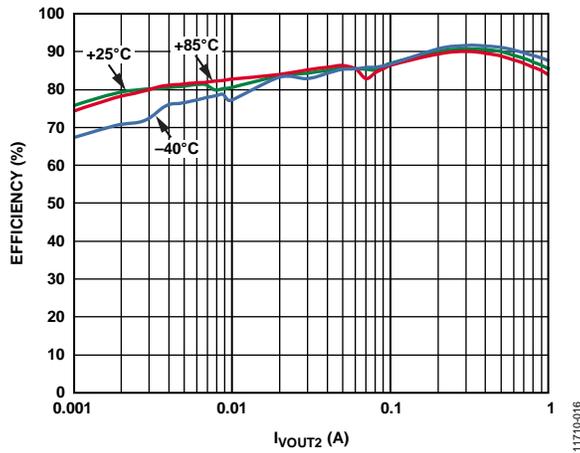


图16. 不同温度的BUCK2效率与负载电流的关系,
 $V_{VOUT2} = 1.8\text{ V}$, 自动模式

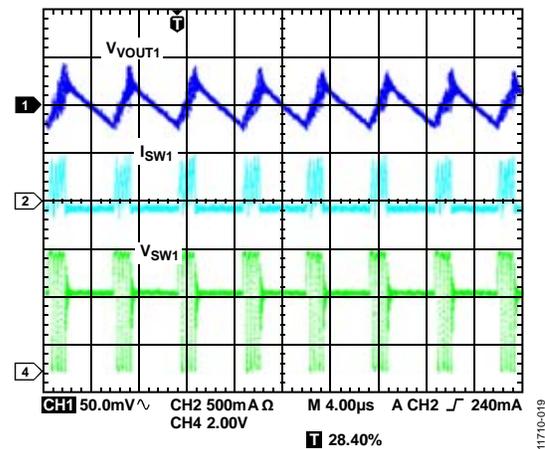


图19. 典型波形, $V_{VOUT1} = 3.3\text{ V}$, $I_{VOUT1} = 30\text{ mA}$, 自动模式

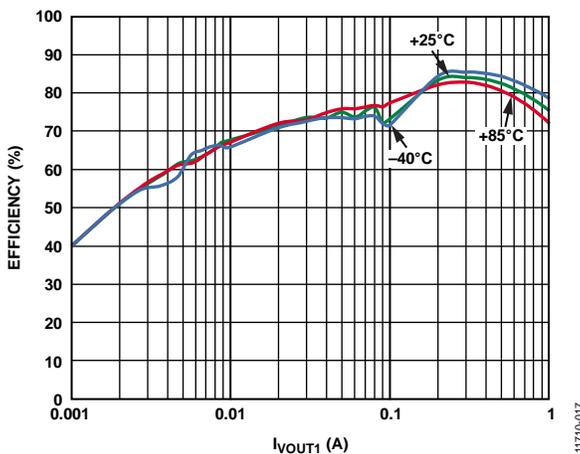


图17. 不同温度的BUCK1效率与负载电流的关系,
 $V_{VOUT1} = 0.8\text{ V}$, 自动模式

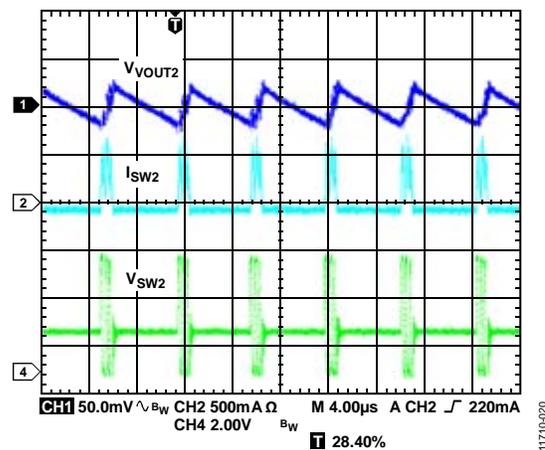


图20. 典型波形, $V_{VOUT2} = 1.8\text{ V}$, $I_{VOUT2} = 30\text{ mA}$, 自动模式

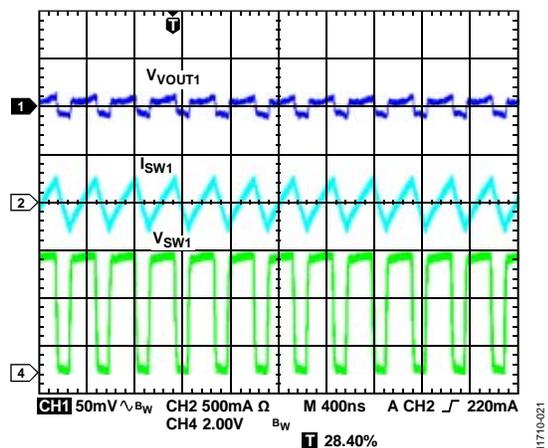


图21. 典型波形, $V_{VOUT1} = 3.3\text{ V}$, $I_{VOUT1} = 30\text{ mA}$, PWM模式

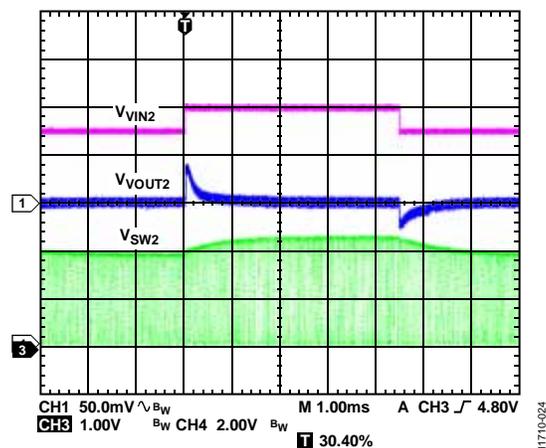


图24. BUCK2线路瞬态响应, $V_{VIN2} = 4.5\text{ V}$ 至 5.0 V , $V_{VOUT2} = 1.8\text{ V}$, PWM模式

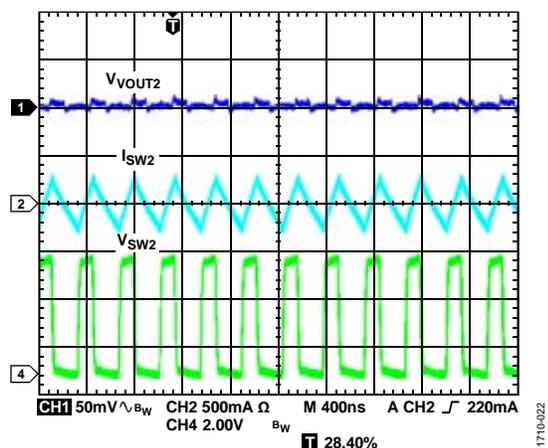


图22. 典型波形, $V_{VOUT2} = 1.8\text{ V}$, $I_{VOUT2} = 30\text{ mA}$, PWM模式

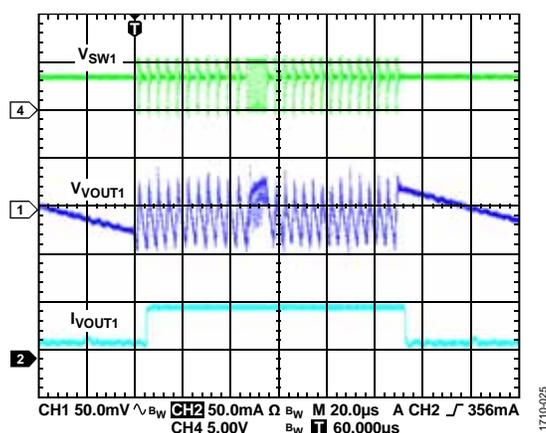


图25. BUCK1负载瞬态响应, $I_{VOUT1} = 1\text{ mA}$ 至 50 mA , $V_{VOUT1} = 3.3\text{ V}$, 自动模式

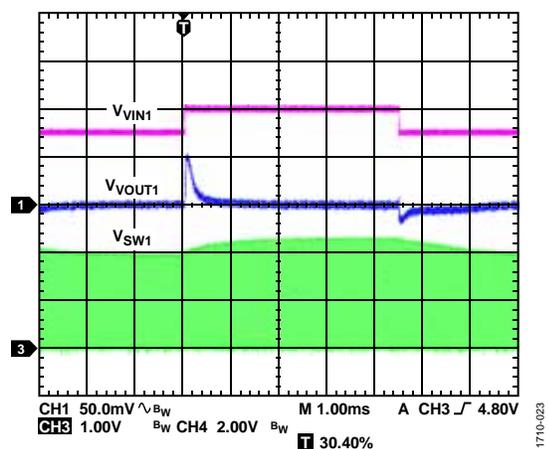


图23. BUCK1线路瞬态响应, 输入电压范围为 4.5 V 至 5.0 V , $V_{VOUT1} = 3.3\text{ V}$, PWM模式

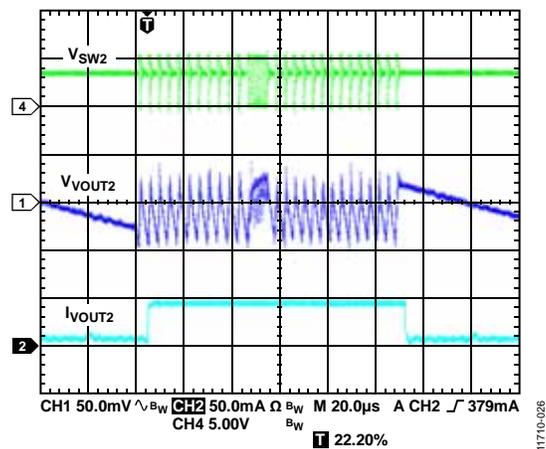


图26. BUCK2负载瞬态响应, $I_{VOUT2} = 1\text{ mA}$ 至 50 mA , $V_{VOUT2} = 1.8\text{ V}$, 自动模式

ADP5134

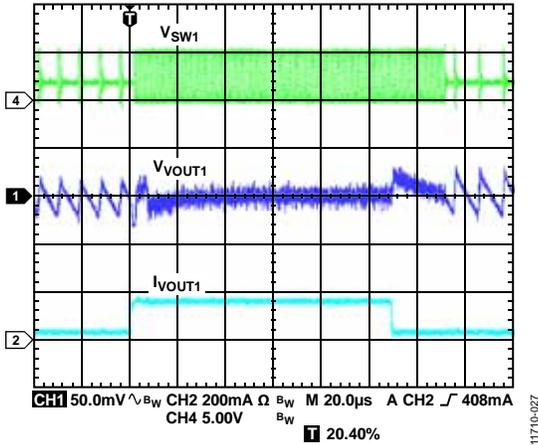


图27. BUCK1负载瞬态响应, $I_{VOUT1} = 20 \text{ mA}$ 至 180 mA , $V_{VOUT1} = 3.3 \text{ V}$, 自动模式

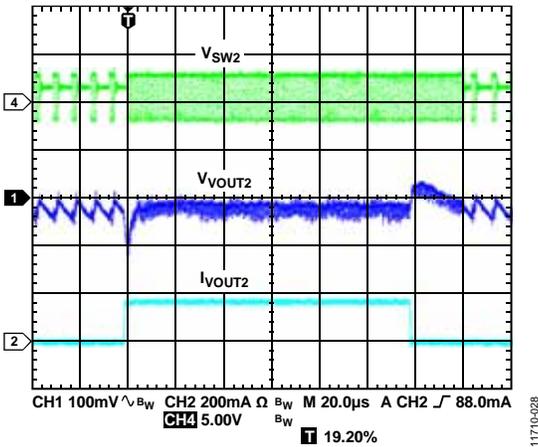


图28. BUCK2负载瞬态响应, $I_{VOUT2} = 20 \text{ mA}$ 至 180 mA , $V_{VOUT2} = 1.8 \text{ V}$, 自动模式

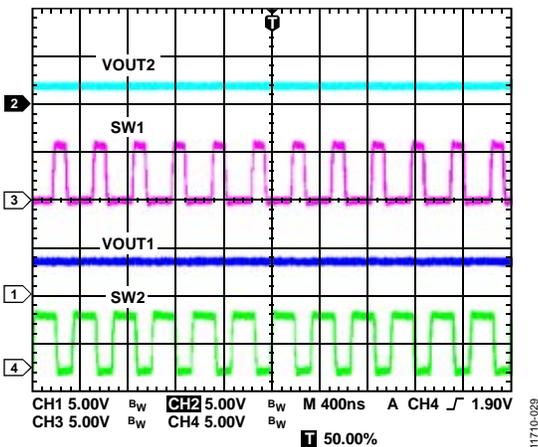


图29. PWM模式下BUCK1和BUCK2的 V_{OUTx} 和 SWx 波形, 显示异相工作

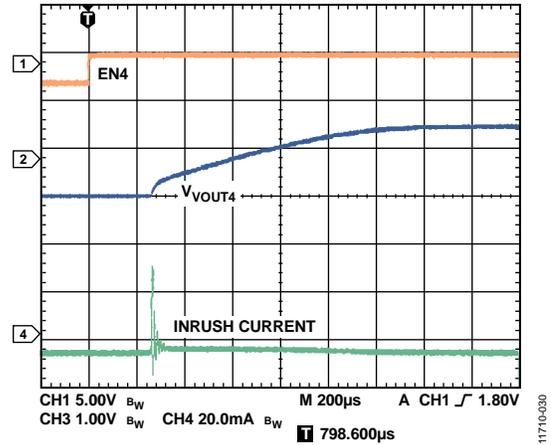


图30. LDO稳压器启动, $V_{VOUT4} = 1.8 \text{ V}$

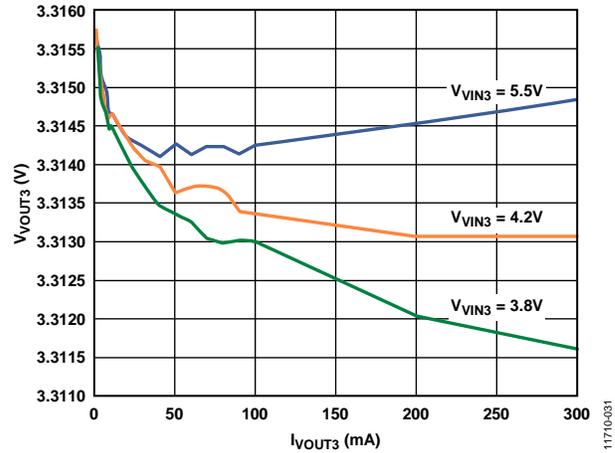


图31. 不同输入电压的LDO负载调整率, $V_{VOUT3} = 3.3 \text{ V}$

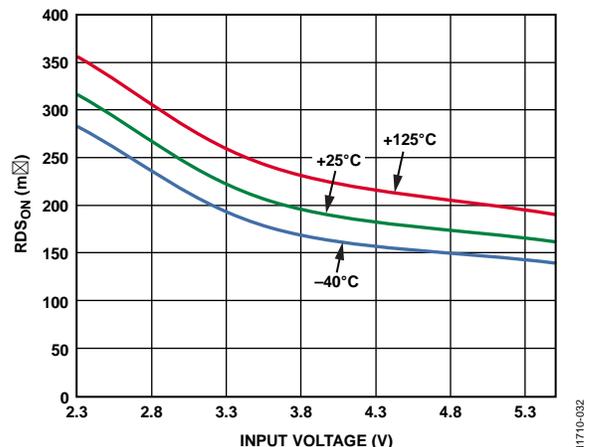


图32. 不同温度的LFCSP NMOS $R_{DS(on)}$ 与输入电压的关系

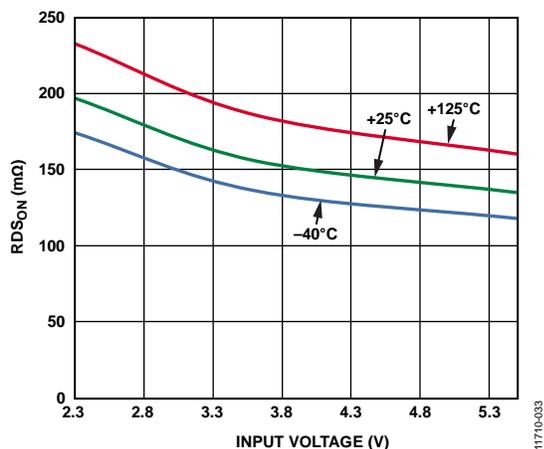


图33. 不同温度的LFCSP PMOS RDSon与输入电压的关系

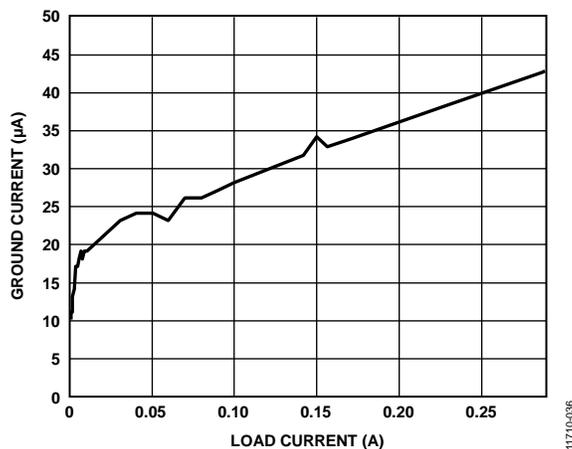


图36. LDO地电流与负载电流的关系, $V_{VIN3} = 3.3\text{ V}$, $V_{VOUT3} = 2.8\text{ V}$

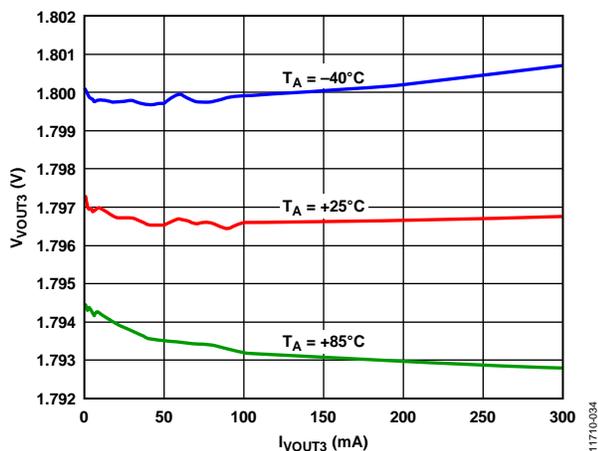


图34. 不同温度的LDO负载调整率, $V_{VIN3} = 3.6\text{ V}$, $V_{VOUT3} = 1.8\text{ V}$

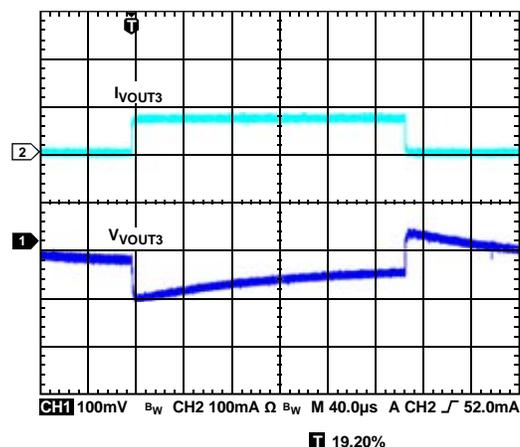


图37. LDO负载瞬态响应, I_{VOUT3} 范围为1 mA至80 mA, $V_{VOUT3} = 2.8\text{ V}$

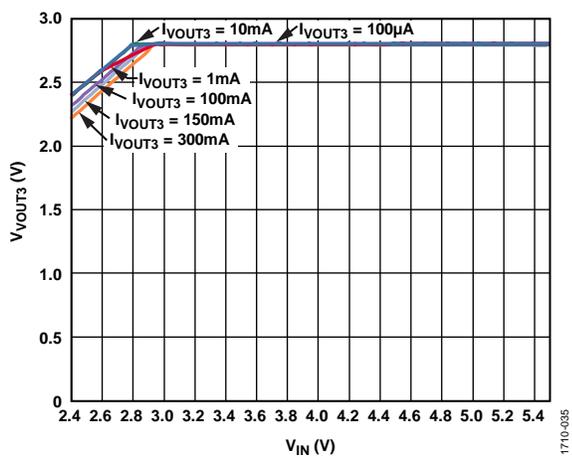


图35. 不同输出负载的LDO电压调整率, $V_{VOUT3} = 2.8\text{ V}$

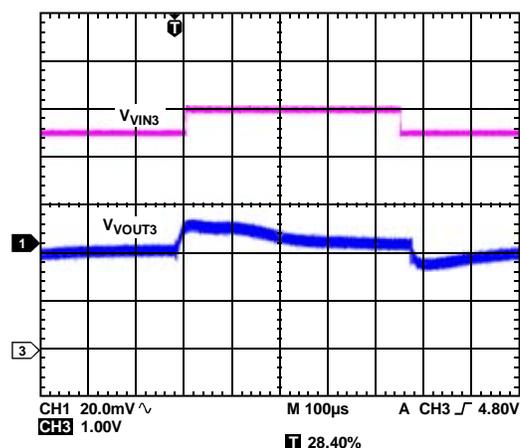


图38. LDO线路瞬态响应, 输入电压范围为4.5 V至5 V, $V_{VOUT3} = 2.8\text{ V}$

ADP5134

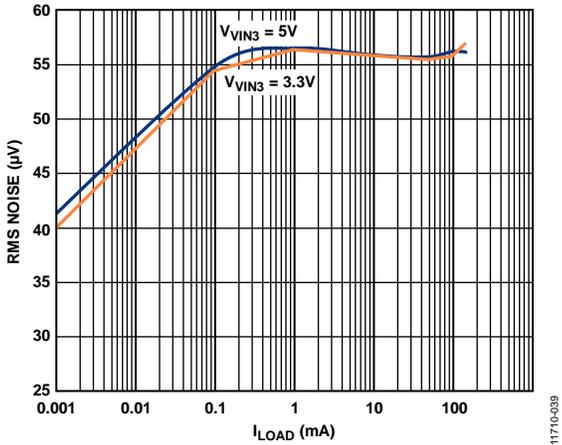


图39. 不同输入电压的LDO输出噪声与负载电流的关系, $V_{VOUT3} = 2.8V$

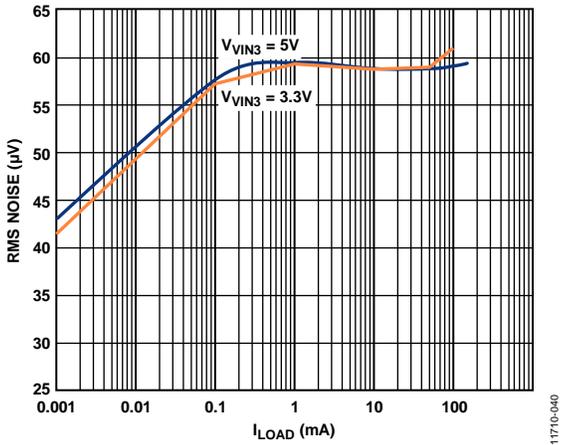


图40. 不同输入电压的LDO输出噪声与负载电流的关系, $V_{VOUT3} = 3.0V$

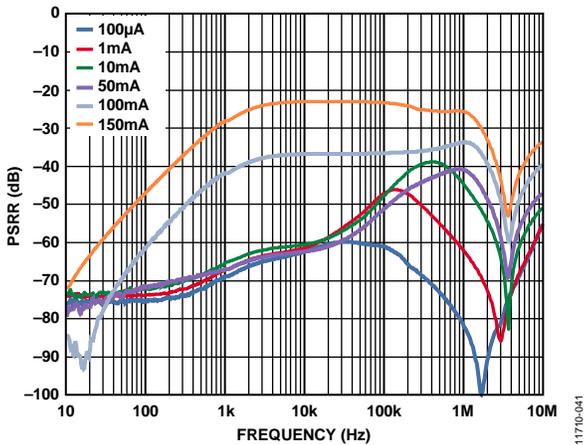


图41. 不同输出负载的LDO PSRR, $V_{VIN3} = 3.3V$, $V_{VOUT3} = 2.8V$

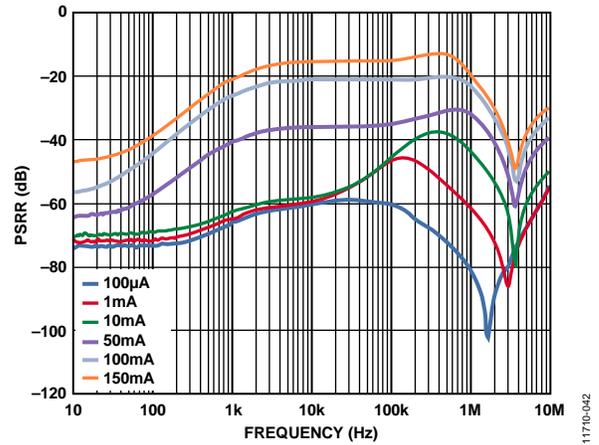


图42. 不同输出负载的LDO PSRR, $V_{VIN3} = 3.3V$, $V_{VOUT3} = 3.0V$

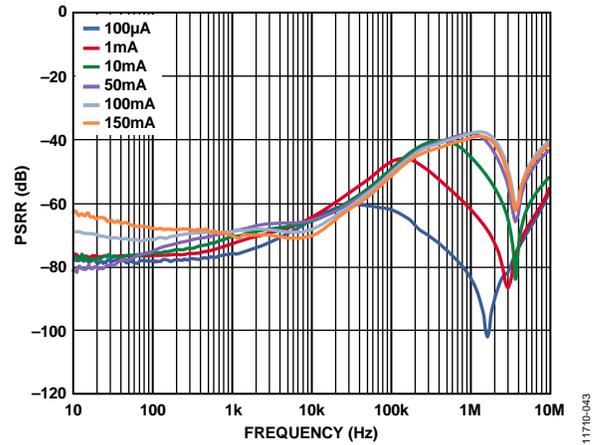


图43. 不同输出负载的LDO PSRR, $V_{VIN3} = 5.0V$, $V_{VOUT3} = 2.8V$

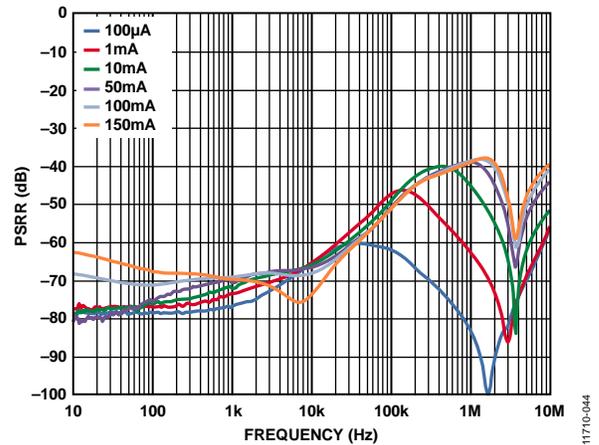


图44. 不同输出负载的LDO PSRR, $V_{VIN3} = 5.0V$, $V_{VOUT3} = 3.0V$

工作原理

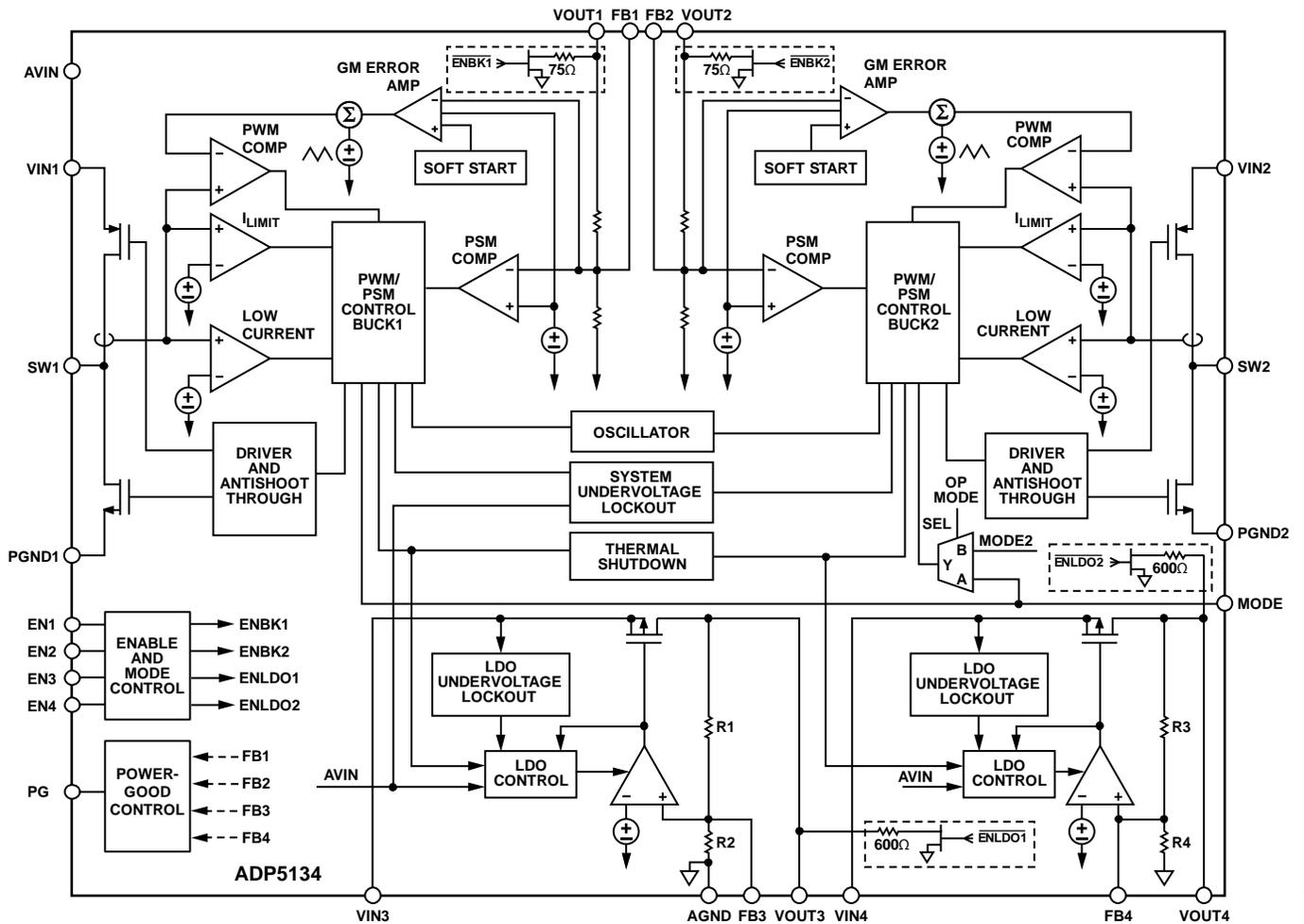


图45. 功能框图

电源管理单元

ADP5134是一款微型电源管理单元(微型PMU), 内置两个降压DC-DC转换器和两个低压差线性稳压器(LDO), 其高开关频率和小型24引脚LFCSP封装可以实现较小的电源管理解决方案。

要将这些高性能稳压器整合成微型PMU, 需要一个系统控制器来使其协同工作。

如果MODE引脚设为逻辑高电平, 则降压稳压器工作在强制PWM模式。在强制PWM模式下, 降压稳压器的开关频率始终保持恒定, 不随负载电流变化。如果MODE引脚设为逻辑低电平, 则开关稳压器以自动PWM/PSM模式工作。在此模式下, 当负载电流高于PSM电流阈值时, 稳压

器以固定PWM频率工作。当负载电流降至PSM电流阈值以下时, 稳压器进入PSM模式。在该模式下, 以突发脉冲形式开关。突发脉冲重复速率是电流负载和输出电容值的函数。此工作模式可降低开关损耗和静态电流损耗。各降压稳压器的PWM/PSM自动模式转换独立受控。两个降压稳压器彼此同步工作。

ADP5134通过使能引脚(EN1至EN4)来控制各稳压器的开启。各稳压器通过对相应的ENx引脚施加逻辑高电平来激活。EN1控制BUCK1, EN2控制BUCK2, EN3控制LDO1, EN4控制LDO2。

稳压器输出电压通过外部电阻分压器设置, 也可以在工厂设置为默认值(参见“订购指南”部分)。

稳压器开启时, 输出电压斜坡率受软启动电路控制, 以避免由输出电容充电引起较大的浪涌电流。

ADP5134

电源良好输出

电源良好输出在引脚6 (PG)提供, 用以监控四个稳压器的任意组合的输出电压。也可以对PG输出进行工厂编程, 以监控特定稳压器通道, 例如BUCK1, 如图46所示。PG引脚可连接到上拉电流以驱动外部稳压器或其他电路。这种配置中, 当受监控的通道在调整范围内时, PG引脚变为高电平; 当输出电压降至标称 V_{VOUTx} 电平的90%以下时, PG引脚变为低电平。PG引脚还可以驱动一个LED进行故障监控。例如, 该配置偏置一个红光LED, 当输出电压降至标称 V_{VOUTx} 电平的90%以下时, 电流流入PG引脚, 使该LED亮起; 当输出电压在调整范围内时, 该LED熄灭。

热保护

当结温高于 150°C 时, 热关断电路将关断所有稳压器。极端的结温可能由工作电流高、电路板设计欠佳或环境温度高等原因引起。器件设计有 20°C 的迟滞, 因此发生热关断时, 片内温度必须低于 130°C , 稳压器才会恢复工作。退出热关断时, 所有稳压器在软启动控制下重新启动。

欠压闭锁

为防止电池放电, 系统中集成了欠压闭锁(UVLO)电路。如果AVIN上的输入电压降至 2.15V 欠压闭锁(UVLO)阈值典型值以下, 则所有通道关断。在降压稳压器通道中, 电源开关和同步整流器全部关闭。当AVIN上的电压升至欠压闭锁(UVLO)阈值以上时, 器件再次使能。

或者, 用户可以申请欠压闭锁(UVLO)设置于更高电平、适合 5V 电源应用的新器件型号。对于这些型号, 当输入电源降至 3.65V 典型值时, 器件达到关闭阈值。要订购非默认选项(如“订购指南”部分所列)的器件, 请联系当地的ADI公司办事处或代理商。

发生热关断或UVLO事件时, 有源下拉电阻(除非出厂已禁用)使能, 使输出电容快速放电。下拉电阻将保持连接状态, 直到热故障事件消失或输入电源电压降至上电复位电压(V_{POR})电平以下。 V_{POR} 的典型值约为 1V 。

精密使能和关断控制

ADP5134的每个稳压器均具有独立的使能控制引脚。ENx引脚的电压输入高于 V_{IH_EN} 电平时, 器件退出关断状态, 开启ADP5134的管理模块。当 V_{ENx} 电平继续提高到精密使能阈值(V_{ENR})以上时, 稳压器激活。

当 V_{ENx} 比 V_{ENR} 电平低 80mV (典型值)时, 稳压器停用。当 V_{ENx} 电平继续降低到 V_{IL_EN} 电平以下时, 器件进入关断模式。这种模式下, 器件的功耗降至 $1\mu\text{A}$ 以下。

图46显示了稳压器处于有序状态时ADP5134的激活时序, VOUT1控制EN2, VOUT2控制EN3, VOUT3控制EN4。此外还显示了仅监控BUCK1的电源良好信号。

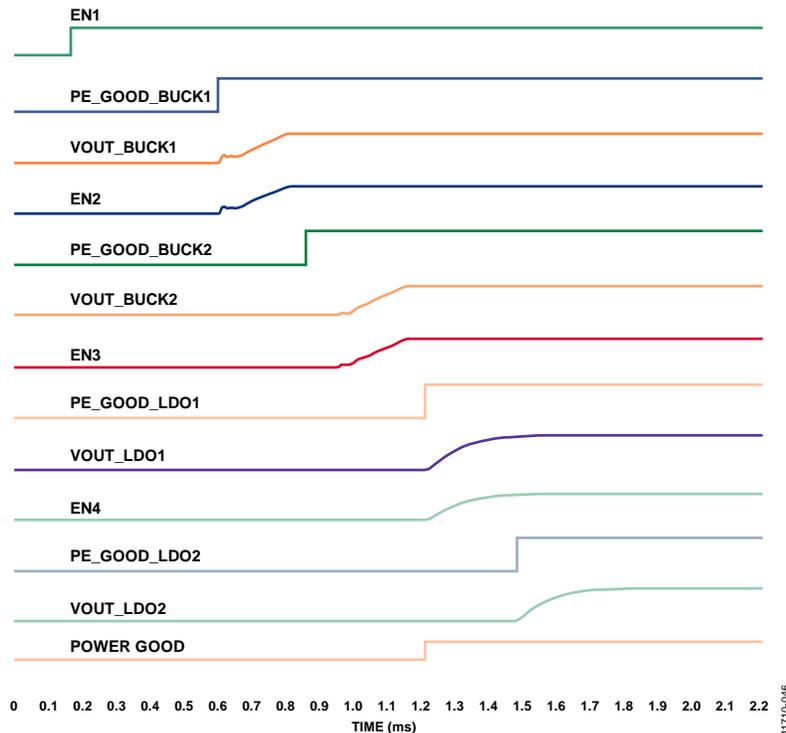


图46. ADP5134的稳压器时序控制、关断控制和精密使能阈值, PG仅监控BUCK1

BUCK1和BUCK2

降压稳压器使用固定频率和高速电流模式结构，采用2.5 V至5.5 V的输入电压工作。

降压稳压器的输出电压可通过电阻在0.8 V至3.8 V范围内设置，图47显示了BUCK1的输出电压设置情况。R1与R2之比乘以反馈电压决定输出电平。例如，若R1和R2选择相同的电阻值，则输出电压设置为1.0 V。输出电压也可以在出厂时设置为“订购指南”部分所示的默认值。这种情况下，不需要R1和R2，FB1保持不连接。无论何种情况，VOUT1都必须连接到输出电容。FB1为0.5 V。

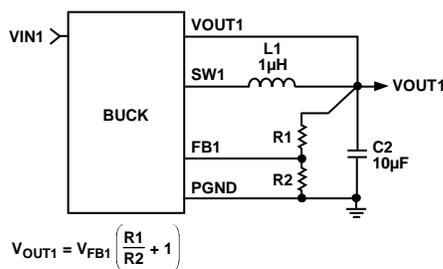


图47. BUCK1外部输出电压设置

控制方案

中高负载时，降压稳压器采用固定频率、电流模式PWM控制结构工作以提高效率，但在轻负载时转变为省电模式(PSM)控制方案，以减少调节功率损耗。以固定频率PWM模式工作时，通过调节集成开关的占空比来调节输出电压。以轻负载PSM模式工作时，输出电压以迟滞方式受控，具有更高的输出电压纹波。在此期间，转换器能够停止开关并进入空闲模式，从而改善转换效率。

PWM模式

在PWM模式下，降压稳压器以内部振荡器设置的3 MHz固定频率工作。每个振荡器周期开始时，正通道场效应晶体管(PFET)接通，电感两端施加一个正电压。电感电流上升，直到电流检测信号超过峰值电感电流阈值，然后关断PFET开关并接通负通道场效应晶体管(NFET)同步整流器。当NFET开关接通时，它给电感两端施加一个负电压，使电感电流下降。同步整流器在周期的剩余时间内保持开启。降压稳压器通过调节峰值电感电流阈值来调节输出电压。

省电模式(PSM)

负载电流减至PSM电流阈值以下时，降压稳压器平稳转换到PSM工作模式。如果任一降压稳压器进入省电模式，PWM调节电平会产生失调，使得输出电压上升。输出电压达到比PWM调节电平高约1.5%的电平时，关闭PWM工作模式。此时，两个电源开关均关闭，降压稳压器进入空闲模式。输出电容放电，直到输出电压降至PWM调节电平，此时器件驱动电感，使输出电压再次升至阈值上限。负载电流低于PSM电流阈值时，重复此过程。

ADP5134具有一个专用MODE引脚，用于控制PSM和PWM工作模式。对MODE引脚施加逻辑高电平将迫使两个降压稳压器进入PWM工作模式；逻辑低电平则会使降压稳压器进入自动PSM/PWM模式。

PSM电流阈值

PSM电流阈值设置为100 mA。降压稳压器采用的方案能够使此电流保持精确受控，且与输入和输出电压电平无关。此方案还确保进出PSM的电流阈值之间极少存在迟滞现象。PSM电流阈值经过优化，可在整个负载电流范围内实现出色的效率。

振荡器和电感开关相位

ADP5134可确保两个降压稳压器在PWM模式时以相同开关频率工作。

此外，ADP5134还确保两个降压稳压器在PWM模式时错相工作，从而BUCK2 PFET可以正好在BUCK1 PFET工作后的半个时钟周期开始工作。

短路保护

降压稳压器的折频用于防止输出电流由于负载短路而失控。反馈引脚处的电压降至目标输出电压的一半以下，表明输出端可能发生负载短路，这时开关频率降至内部振荡器频率的一半。开关频率下降允许电感有更多时间放电，从而防止输出电流失控。

降压稳压器软启动

降压稳压器具有内部软启动功能，启动时控制输出电压缓升，从而限制浪涌电流。这样，当电池或高阻抗电源接至转换器输入端时，可以防止输入电压下降。

ADP5134

限流

每个降压稳压器都有保护电路，用以限制流经PFET开关的正电流量和流经同步整流器的负电流大小。功率开关的正电流限值限制可从输入端流向输出端的电流大小。负电流限值防止电感电流反向并流出负载。

100%占空比工作

随着输入电压的下降或负载电流的增加，降压稳压器可能达到限值。此时，即使PFET开关100%的时间保持开启，输出电压仍降至所需输出电压以下。达到此限值时，降压稳压器转换成PFET开关100%的时间保持开启的模式。输入条件再次改变且所需占空比下降时，降压器立即重新启动PWM调节，并防止输出电压过冲。

有源下拉电阻

所有稳压器都有可选的、工厂可编程的有源下拉电阻，用于在稳压器禁用时将相应的输出电容放电。下拉电阻连接在VOUTx与AGND之间。当稳压器开启时，有源下拉电阻断开。对于LDO，下拉电阻的典型值为600 Ω；对于降压稳压器，下拉电阻的典型值为75 Ω。

LDO1和LDO2

ADP5134内置两个低静态电流、低压差线性稳压器(LDO)，提供最高300 mA的输出电流。空载时静态电流仅10 μA(典型值)，使LDO稳压器非常适合电池供电的便携式设备。

各LDO稳压器采用1.7 V至5.5 V的输入电压工作。宽电源范围使得这些LDO稳压器适合于LDO电源电压来自一个降压稳压器的级联配置。

各LDO稳压器的输出电压通过外部电阻分压器设置，图48显示了LDO1的输出电压设置情况。输出电压也可以在出厂时设置为“订购指南”部分所示的默认值。这种情况下，不需要R5和R6，FB3必须连接到VOUT3上电容的顶部。

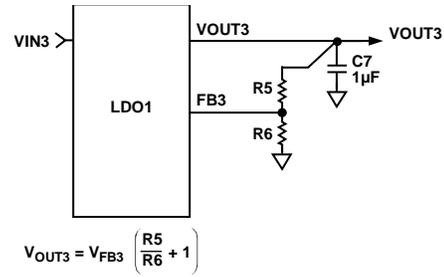


图48. LDO1外部输出电压设置

此外，LDO稳压器仅使用一个1 μF小陶瓷输入和输出电容，便可提供高电源抑制比(PSRR)、低输出噪声和出色的线路与负载瞬态响应。

LDO1的噪声性能优于LDO2，更适合为模拟电路供电。LDO1应当用于噪声性能至关重要的应用中。

LDO稳压器软启动

ADP5134的LDO稳压器也具有内部软启动功能，启动时控制输出电压缓升，从而限制浪涌电流。有两个软启动选项：快速和慢速，控制输出电压缓升的时间。这些选项是工厂编程选项。

应用信息

降压稳压器外部元件选择

可以通过改变应用电路中的外部元件选择来权衡考虑效率和瞬态响应等性能参数，如图1所示。

反馈电阻

对于可调型号，请参考图47，R1和R2的总电阻不得超过400 kΩ。

电感

ADP5134降压稳压器的高开关频率允许选择较小的片式电感。可以使用0.7 μH至3 μH的电感，以实现最佳性能。建议电感如表9所示。

峰峰值电感电流纹波的计算公式如下：

$$I_{RIPPLE} = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times f_{SW} \times L}$$

其中：

f_{SW} 为开关频率。

L 为电感值。

电感的最小直流电流额定值必须大于电感峰值电流。电感峰值电流可通过以下公式计算：

$$I_{PEAK} = I_{LOAD(MAX)} + \frac{I_{RIPPLE}}{2}$$

电感导通损耗由流经电感的电流引起，电感具有相应的内部直流阻抗(DCR)。电感尺寸越大，DCR越小，这可以降低电感导通损耗。电感铁损与铁芯材料的导磁率有关。降压稳压器属于高开关频率DC-DC转换器，建议使用屏蔽铁氧体材料，以实现低铁损、低电磁干扰(EMI)。

输出电容

较高的输出电容值减少输出电压纹波并改善负载瞬态响应。选择此值时，考虑由输出电压直流偏置所引起的电容损耗也非常重要。

陶瓷电容由各种电介质制成，温度和所施加的电压不同，其特性也不相同。电容必须具有足以在必要的温度范围和直流偏置条件下确保最小电容的电介质。建议使用电压额定值为6.3 V或10 V的X5R或X7R电介质，以实现最佳性能。但是，建议不要将Y5V和Z5U电介质与任何DC/DC转换器一起使用，因为这类电介质的温度和直流偏置性能较差。

考虑电容随温度变化、元件容差和电压时，最差条件电容可通过以下公式计算：

$$C_{EFF} = C_{OUT} \times (1 - TEMP_{CO}) \times (1 - TOL)$$

其中：

C_{EFF} 是工作电压下的有效电容量。

$TEMP_{CO}$ 是最差情况下的电容温度系数。

TOL 是最差情况下的元件容差。

本例中，假定X5R电介质在-40°C至+85°C范围内的最差条件温度系数($TEMP_{CO}$)为15%。假定电容容差(TOL)为10%， C_{OUT} 在1.8 V下为9.2 μF，如图49所示。

将这些值代入公式得出：

$$C_{EFF} = 9.2 \mu\text{F} \times (1 - 0.15) \times (1 - 0.1) \approx 7.0 \mu\text{F}$$

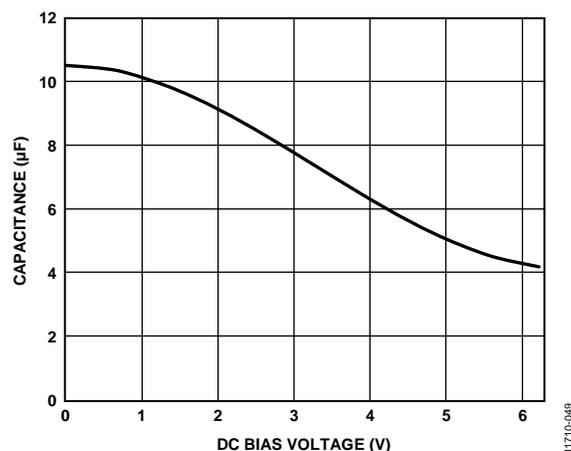


图49. 电容与电压关系特性

表9. 建议的1.0 μH电感

供应商	型号	尺寸(mm)	ISAT (mA)	DCR (mΩ)
Murata	LQM2MPN1R0NG0B	2.0 × 1.6 × 0.9	1400	85
Murata	LQM2HPN1R0MJ0L	2.5 × 2.0 × 1.1	1500	90
Murata	LQH32PN1R0NNO	3.2 × 2.5 × 1.6	2300	45
Taiyo Yuden	CBC3225T1R0MR	3.2 × 2.5 × 2.5	2000	71
Coilcraft®	XFL4020-102ME	4.0 × 4.0 × 2.1	5400	11
Coilcraft	XPL2010-102ML	1.9 × 2.0 × 1.0	1800	89
Toko	MDT2520-CN	2.5 × 2.0 × 1.2	1350	85

ADP5134

为了保证降压稳压器的性能，必须针对每一种应用来评估直流偏置、温度和容差对电容性能的影响。

选定输出电容和电感值的峰峰值输出电压纹波可通过以下公式计算：

$$V_{RIPPLE} = \frac{I_{RIPPLE}}{8 \times f_{SW} \times C_{OUT}} \approx \frac{V_{IN}}{(2\pi \times f_{SW})^2 \times L \times C_{OUT}}$$

首选有效串联电阻(ESR)较低的电容，以保证低输出电压纹波，如以下公式所示：

$$ESR_{C_{OUT}} \leq \frac{V_{RIPPLE}}{I_{RIPPLE}}$$

确保温度和直流偏置效应稳定性所需的有效电容最小7 μF，最大40 μF。

降压稳压器需要10 μF输出电容来保证稳定性、响应快速负载变化，以及进入和退出PWM/PSM模式的转换。表10所示为建议电容列表。在某些一个或两个降压稳压器为处理器供电的应用中，工作状态由软件控制，因为工作状态是已知的。在此条件下，处理器可以根据工作状态来驱动MODE引脚；因为调节器在PSM模式下工作时预期不会有较大的负载变化，所以可将输出电容从10 μF降至4.7 μF，参见图50。

输入电容

数值较高的输入电容有助于降低输入电压纹波，并改善瞬态响应。最大输入电容电流可通过以下公式计算：

$$I_{CIN} \geq I_{LOAD(MAX)} \sqrt{\frac{V_{OUT}(V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN}}}$$

为使电源噪声最小，输入电容应尽可能靠近降压稳压器的VINx引脚。至于输出电容，建议使用低ESR电容。

确保温度和直流偏置效应稳定性所需的有效电容最小3 μF，最大10 μF。建议范围是4.7 μF至10 μF，以便补偿降压稳压器输入和输出电容的任何电容损失。表10和表11所示为建议电容列表。

表10. 建议的10 μF电容

供应商	类型	型号	尺寸	电压额定值 (V)
Murata	X5R	GRM188R60J106	0603	6.3
TDK	X5R	C1608JB0J106K	0603	6.3
Taiyo Yuden	X5R	JMK107BJ106MA-T	0603	6.3
Panasonic	X5R	ECJ-1VB0J106M	0603	6.3

表11. 建议的4.7 μF电容

供应商	类型	型号	尺寸	电压额定值 (V)
Murata	X5R	GRM188R60J475ME19D	0603	6.3
Taiyo Yuden	X5R	JMK107BJ475	0603	6.3
Panasonic	X5R	ECJ-0EB0J475M	0402	6.3

LDO稳压器外部元件选择

反馈电阻

对于可调型号，R6最大值不得超过200 kΩ(参见图48)。

输出电容

ADP5134 LDO稳压器设计采用节省空间的小型陶瓷电容工作，但只要考虑ESR值，便可以采用大多数常用电容。输出电容的ESR会影响LDO控制环路的稳定性。为了确保ADP5134稳定工作，推荐使用至少0.70 μF、ESR为1 Ω或更小的电容。输出电容还会影响负载电流变化的瞬态响应。采用较大的输出电容值可改善ADP5134对大负载电流变化的瞬态响应。

输入旁路电容

在VIN3和VIN4至地之间连接一个1 μF电容可降低电路对印刷电路板(PCB)布局的敏感性，特别是在长输入走线或高源阻抗的情况下。表12所示为1.0 μF输出电容列表。如果要要求输出电容大于1.0 μF，可选用更高的输入电容。

表12. 建议的1.0 μF电容

供应商	类型	型号	尺寸	电压额定值 (V)
Murata	X5R	GRM155B30J105K	0402	6.3
Murata	X5R	GRM155R61A105KE15D	0402	10.0
TDK	X5R	C1005JB0J105K	0402	6.3
Panasonic	X5R	ECJ0EB0J105K	0402	6.3
Taiyo Yuden	X5R	LMK105BJ105MV-F	0402	10.0

输入和输出电容特性

ADP5134可与任何品质良好的陶瓷电容一起使用，只要所选电容满足最小电容和最大ESR要求。陶瓷电容由各种电介质制成，温度和所施加的电压不同，其特性也不相同。电容必须具有足以在必要的温度范围和直流偏置条件下确保最小电容的电介质。建议使用电压额定值为6.3 V或10 V的X5R或X7R电介质，以实现最佳性能。但是，建议不要将Y5V和Z5U电介质与任何LDO一起使用，因为这类电介质的温度和直流偏置性能较差。

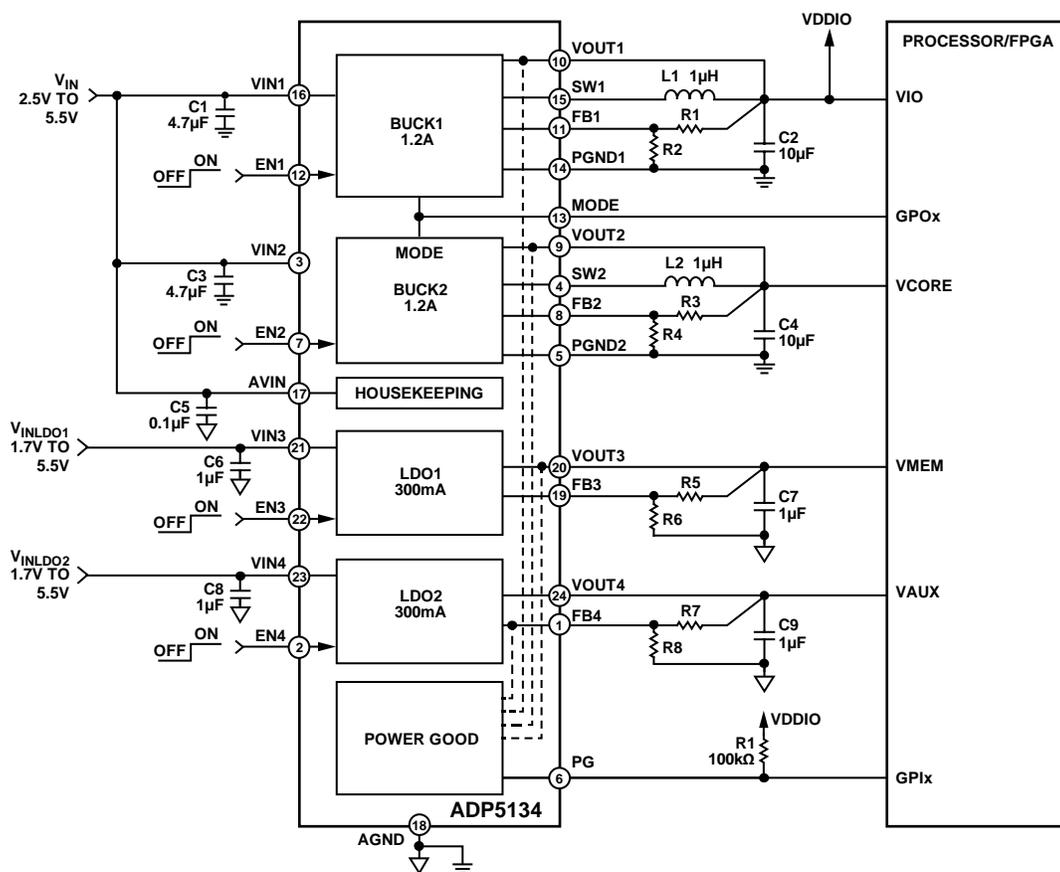


图50. 具有PSM/PWM控制功能和PG的处理器系统电源管理

图51所示为0402尺寸、1 μF 、10 V、X5R电容的电容与直流偏置电压特性关系图。电容的电压稳定性受电容尺寸和电压额定值影响极大。一般来说，封装较大或电压额定值较高的电容具有更好的稳定性。在 -40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内，X5R电介质的温度变化约为 $\pm 15\%$ ，与封装和电压额定值无关。

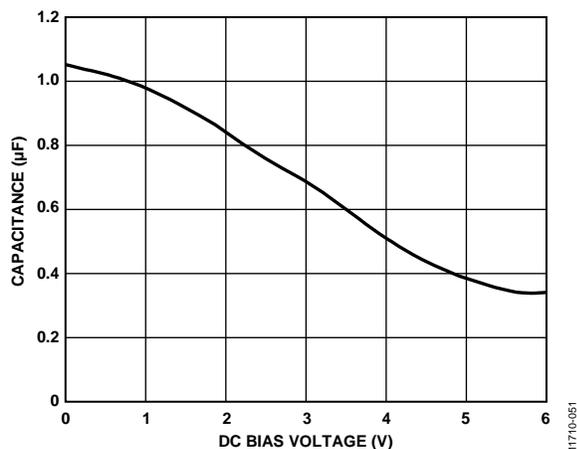


图51. 电容与直流偏置电压特性的关系

使用以下公式，可确定考虑电容随温度变化、元件容差和电压时的最差条件电容。

$$C_{EFF} = C_{BIAS} \times (1 - TEMPCO) \times (1 - TOL)$$

其中：

C_{BIAS} 为工作电压下的有效电容。

$TEMPCO$ 是最差情况下的电容温度系数。

TOL 是最差情况下的元件容差。

本例中，假定X5R电介质在 -40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 范围内的最差条件温度系数($TEMPCO$)为15%。如图51所示，在1.8 V电压下，假定电容容差(TOL)为10%， $C_{BIAS} = 0.85 \mu\text{F}$ 。

将这些值代入以下公式：

$$C_{EFF} = 0.85 \mu\text{F} \times (1 - 0.15) \times (1 - 0.1) = 0.65 \mu\text{F}$$

因此，在选定输出电压条件下，本例中所选电容满足LDO稳压器在温度和容差方面的最小电容要求。

为了保证ADP5134的性能，必须针对每一种应用来评估直流偏置、温度和容差对电容性能的影响。

功耗与散热考虑

ADP5134是一款高效率微型电源管理单元，大多数情况下，器件的功耗不是问题。然而，如果器件在高环境温度和最大负载条件下工作，结温可能达到允许的最大工作限值(125°C)。

当温度超过150°C，ADP5134关闭所有稳压器，以便让器件冷却下来。当芯片温度降至130°C以下时，ADP5134恢复正常工作。

本部分提供关于器件功耗计算的指南，确保ADP5134在允许的最大结温以下工作。

ADP5134每个稳压器的效率通过下式计算：

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\% \quad (1)$$

其中：
 η 为效率。

P_{OUT} 为输出功率。

P_{IN} 为输入功率。

功率损耗计算如下：

$$P_{LOSS} = P_{IN} - P_{OUT} \quad (2a)$$

或者

$$P_{LOSS} = P_{OUT} (1 - \eta) / \eta \quad (2b)$$

功耗可以通过多种方法计算。最直观且实用的方法是测量输入端和所有输出端的功耗。在最差情况(电压、电流和温度)下执行测量。输入与输出功耗之差就是器件和电感的功耗。通过公式4得出电感的功耗，然后通过公式3计算ADP5134降压转换器的功耗。

估算功耗的第二种方法是使用降压稳压器的效率曲线，各LDO稳压器的功耗可以通过公式12计算。知道降压稳压器的效率后，就可以利用公式2b得出降压稳压器和电感的总功耗，再利用公式4得出电感的功耗，然后通过公式3计算降压转换器的功耗。总功耗等于降压稳压器的功耗与两个LDO稳压器的功耗之和。

注意，降压稳压器的效率曲线是典型值，可能未涵盖 V_{VINx} 、 V_{VOUTx} 和 I_{VOUTx} 的所有可能组合。为了弥补这种差异，计算降压稳压器的功耗时必须包括一定的安全裕量。

估算功耗的第三种方法是进行分析，需对公式8至11所得出的降压稳压器电路功耗和公式12所得出的LDO稳压器功耗进行建模。

降压稳压器功耗

降压稳压器的功耗通过下式估算：

$$P_{LOSS} = P_{DBUCK} + P_L \quad (3)$$

其中：

P_{DBUCK} 是ADP5134的一个降压稳压器的功耗。

P_L 为电感功耗。

电感功耗是器件的外部功耗，对芯片温度无任何影响。

若磁芯损耗忽略不计，则电感功耗可通过下式估算：

$$P_L \approx I_{VOUT1(RMS)}^2 \times DCR_L \quad (4)$$

其中：

$I_{VOUT1(RMS)}$ 为降压稳压器的均方根负载电流。

DCR_L 为电感串联电阻。

$$I_{VOUT1(RMS)} = I_{VOUT1} \times \sqrt{1 + \frac{r}{12}} \quad (5)$$

其中， r 为电感的归一化纹波电流。

$$r = V_{VOUT1} \times (1 - D) / (I_{VOUT1} \times L \times f_{SW}) \quad (6)$$

其中：

L 为电感值。

f_{SW} 为开关频率。

D 为占空比。

$$D = V_{VOUT1} / V_{VIN1} \quad (7)$$

ADP5134降压稳压器的功耗(P_{DBUCK})包括功率开关传导性损耗、开关损耗和各个通道的转换损耗。还存在其它损耗，但在涉及到散热限制的高输出负载电流应用中，这些损耗一般不太重要。公式8为估算降压稳压器功耗所进行的计算。

$$P_{DBUCK} = P_{COND} + P_{SW} + P_{TRAN} \quad (8)$$

功率开关传导性损耗是输出电流(I_{VOUT1})流经具有内部电阻($R_{DS_{ON-P}}$ 和 $R_{DS_{ON-N}}$)的P沟道MOSFET和N沟道MOSFET电源开关造成的。传导性功率损耗的计算公式如下：

$$P_{COND} = [R_{DS_{ON-P}} \times D + R_{DS_{ON-N}} \times (1 - D)] \times I_{VOUT1(RMS)}^2 \quad (9)$$

其中：

$R_{DS_{ON-P}}$ 约为0.2 Ω 。

$R_{DS_{ON-N}}$ 约为0.16 Ω 。

当 $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.6$ V且结温为25°C时，上述 $R_{DS_{ON-P}}$ 和 $R_{DS_{ON-N}}$ 值是正确的。

当 $V_{IN1} = V_{IN2} = 2.5$ V，这些值分别变为0.31 Ω 和0.21 Ω ；当 $V_{IN1} = V_{IN2} = 5.5$ V时，这些值分别变为0.16 Ω 和0.14 Ω 。

开关损耗与驱动器产生的牵引电流有关，驱动器以开关频率打开和关闭电源器件。开关功率损耗的计算公式如下：

$$P_{SW} = (C_{GATE-P} + C_{GATE-N}) \times V_{VIN1} \times f_{SW} \quad (10)$$

其中：

C_{GATE-P} 为P沟道MOSFET栅极电容。

C_{GATE-N} 为N沟道MOSFET栅极电容。

对于ADP5134，总电容($C_{GATE-P} + C_{GATE-N}$)约为150 pF。

转换损耗之所以存在，是因为P沟道功率MOSFET无法立即开启或关闭，SW节点需要一些时间才能从近地压摆到近 V_{VOUTx} （以及从 V_{VOUTx} 压摆到地）。转换损耗计算公式如下：

$$P_{TRAN} = V_{VINx} \times I_{VOUTx} \times (t_{RISE} + t_{FALL}) \times f_{SW} \quad (11)$$

其中， t_{RISE} 和 t_{FALL} 为开关节点SWx的上升时间和下降时间。

对于ADP5134，SWx的上升和下降时间约为5 ns。

使用公式1至11和相关参数来估算转换器效率时，必须注意，这些公式并未涵盖所有转换器损耗，并且给出的参数值为典型值。转换器的性能还取决于无源元件的选择和电路板布局，因此估算时应当考虑充足的安全裕量。

LDO稳压器功耗

LDO稳压器的功耗通过下式计算：

$$P_{DLDO} = [(V_{VINx} - V_{VOUTx}) \times I_{LOAD}] + (V_{VINx} \times I_{GND}) \quad (12)$$

其中：

V_{VINx} 和 V_{VOUTx} 分别为LDO稳压器的输入和输出电压。

I_{LOAD} 为LDO稳压器的负载电流。

I_{GND} 为LDO稳压器的地电流。

地电流引起的功耗相当小，可忽略不计。

ADP5134的总功耗可简化为：

$$P_D = P_{DBUCK1} + P_{DBUCK2} + P_{DLDO1} + P_{DLDO2} \quad (13)$$

结温

如果知道电路板温度 T_A ，可以使用热阻参数 θ_{JA} 来估算结温升高幅度。 T_J 由 T_A 和 P_D 通过以下公式计算得出：

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA}) \quad (14)$$

热阻值参见表7。一个非常重要的考虑因素是 θ_{JA} 基于4层4 in × 3 in、2.5 oz铜电路板（符合JEDEC标准），而实际应用使用的尺寸和层数可能不同。必须尽可能多地使用铜，以利于器件散热。暴露于空气中的铜的散热效果优于内层中使用的铜。使用多个过孔将裸露焊盘连接到接地层。

如果测量壳温，则结温可以通过下式计算：

$$T_J = T_C + (P_D \times \theta_{JC}) \quad (15)$$

其中：

T_C 为壳温。

θ_{JC} 为结至壳热阻，如表7所示。

设计特殊环境温度范围下的应用时，应利用公式8至13计算所有通道的损耗引起的预期ADP5134功耗(P_D)，然后可以利用公式14估算结温 T_J 。

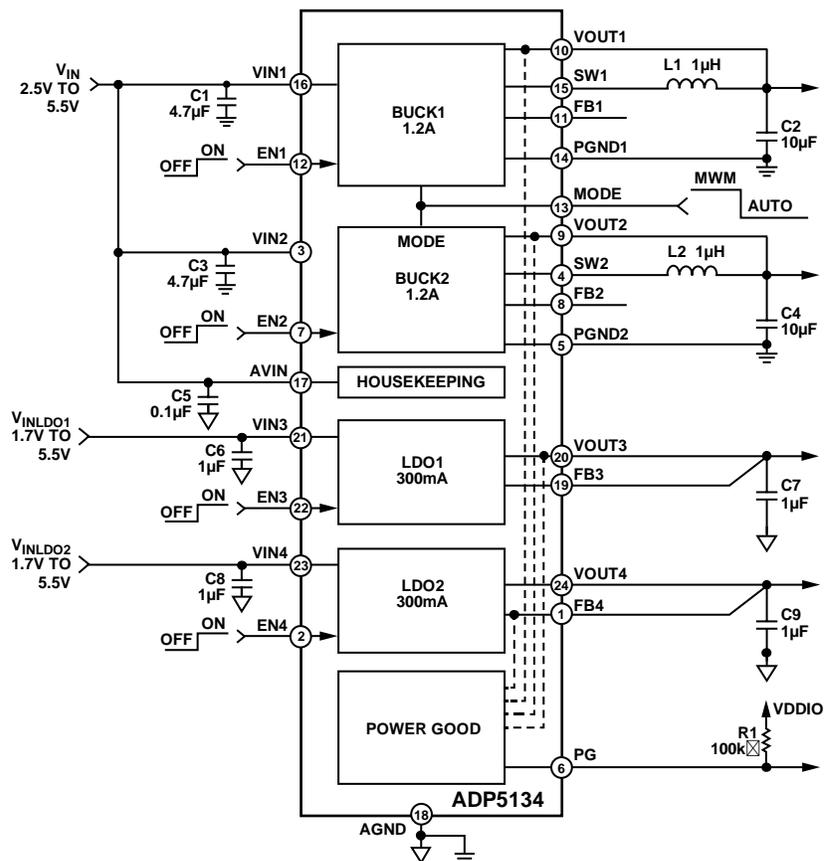
只有根据公式14估算出的ADP5134芯片结温低于125°C时，才能保证转换器和两个LDO稳压器可靠工作。结温提高会严重影响可靠性和平均故障间隔时间(MTBF)。有关产品可靠性的更多信息，请参阅ADI公司可靠性手册：www.analog.com/UG-311。

PCB布局指南

较差的布局会影响ADP5134性能，从而造成电磁干扰(EMI)和电磁兼容性问题、接地反弹以及电压损耗。较差的布局还会影响调整率和稳定性。可通过以下准则实现最佳的布局，另外还可参考用户指南UG-591：评估ADP5134微功耗电源管理单元(PMU)。

- 使用短走线将电感、输入电容和输出电容靠近IC放置。高频信号经过这些器件，长走线会成为天线。
- 输出电压路径的布线远离电感和SWx节点，以使噪声和电磁干扰最小。
- 最大限度增加元件侧的接地金属的尺寸，以加强散热。
- 地层通过多个过孔连接到器件侧的地上，以进一步减少敏感电路节点上的噪声干扰。
- 使用短走线将VIN1、VIN2和AVIN连在一起并靠近IC。

典型应用电路图



11710-052

图52. 带使能引脚并提供固定输出电压的ADP5134

ADP5134

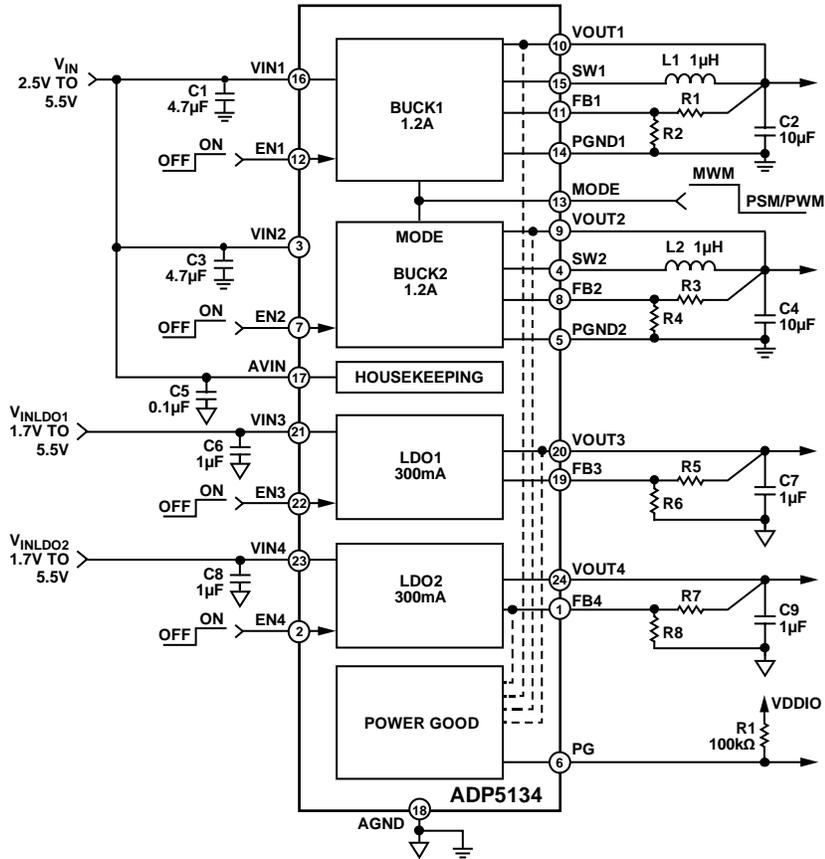


图53. 带使能引脚并提供可调输出电压的ADP5134

物料清单

表13.

参考	数值	产品型号	供应商	封装或尺寸(mm)
C5	0.1 μ F, X5R, 6.3 V	GRM155R71C104KA88D	Murata	0402
C6, C7, C8, C9	1 μ F, X5R, 6.3 V	GRM155R60J105KE19D	Murata	0402
C1, C3	4.7 μ F, X5R, 6.3 V	GRM155R60J475ME87D	Murata	0402
C2, C4	10 μ F, X5R, 6.3 V	GRM188R60J106ME47D	Murata	0603
L1, L2	1 μ H, 0.18 Ω , 850 mA	GRM155R60J105KE19D	Murata	0603
	1 μ H, 0.085 Ω , 1400 mA	LQM2MPN1R0NG0B	Murata	2.0 \times 1.6 \times 0.9
	1 μ H, 0.09 Ω , 1500 mA	LQM2HPN1R0MJOL	Murata	2.5 \times 2.0 \times 1.1
	1 μ H, 0.089 Ω , 1800 mA	XPL2010-102ML	Coilcraft	1.9 \times 2.0 \times 1.0
	1 μ H, 0.086 Ω , 1350 mA	MDT2520-CN	Toko	2.5 \times 2.0 \times 1.2
IC1	四稳压器微型PMU	ADP5134	Analog Devices, Inc.	24引脚 LFCSP封装

外形尺寸

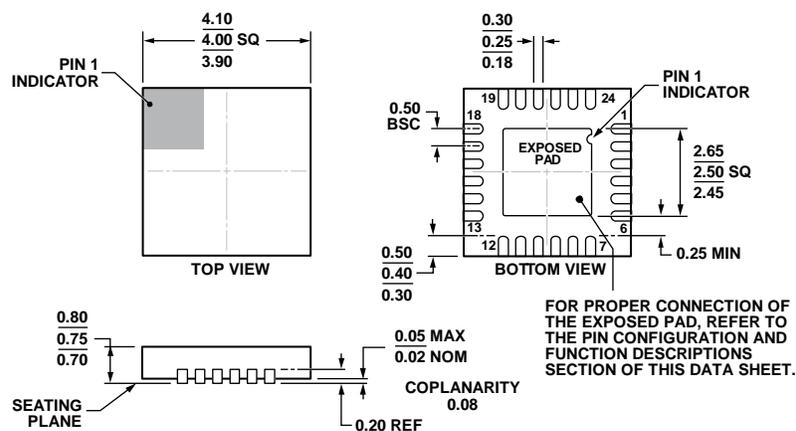


图54. 24引脚引线框芯片级封装[LFCSP_WQ]
4 mm x 4 mm超薄体(CP-24-7)
图示尺寸单位: mm

订购指南

型号 ¹	温度范围	输出电压(V) ²	UVLO ³	有源下拉电阻 ⁴	Power Good ⁵	封装描述	封装选项
ADP5134ACPZ-R7	-40°C至+125°C	可调	低	所有通道均使能	BUCK1	24引脚 LFCSP_WQ	CP-24-7
ADP5134CP-EVALZ						评估板	

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。

² 欲了解其它选项，请联系当地代理商或分销代表。其它选项如下：

BUCK1和BUCK2: 3.3V、3.0V、2.8V、2.5V、2.3V、2.0V、1.8V、1.6V、1.5V、1.4V、1.3V、1.2V、1.1V、1.0V、0.9V或可调。

LDO1和LDO2: 3.3V、3.0V、2.8V、2.5V、2.25V、2.0V、1.8V、1.7V、1.6V、1.5V、1.2V、1.1V、1.0V、0.9V、0.8V或可调。

³ UVLO: 低或高。要订购非默认选项的器件，请联系当地的ADI公司办事处或代理商。

⁴ BUCK1、BUCK2、LDO1和LDO2: 有源下拉电阻可编程设置为使能或禁用。

⁵ 选择进行电源良好监控的稳压器通道。

注释