

## 产品特性

输出电流：1A  
 开关频率：6.5-10MHz  
 可选择PFM轻负荷操作  
 静态电流：18uA  
 峰值效率95%  
 输入电压范围：2.3V至5.5V  
 固定输出电压：1.2V至3.3V  
 快速负载瞬态响应  
 100%占空比  
 逻辑使能输入  
 软启动  
 输入欠压锁定  
 过载电流保护  
 热关断  
 主动输出放电  
 符合欧盟RoHS标准，无铅

## 应用

光模块  
 移动电话  
 平板电脑  
 无线数据卡  
 嵌入式电源  
 可穿戴设备  
 物联网  
 安全监控系统

## 概述

GM2501是一款微小尺寸高效的高频DC-DC稳压器(μPOL)。开关频率从6.5MHz到10MHz，允许使用非常小型的外部元件。提供1.2V至3.3V之间不同的固定输出电压，支持从2.3V到5.5V的输入电压。

18μA的低静态电流即使在非常轻的负载下也能实现高效率。

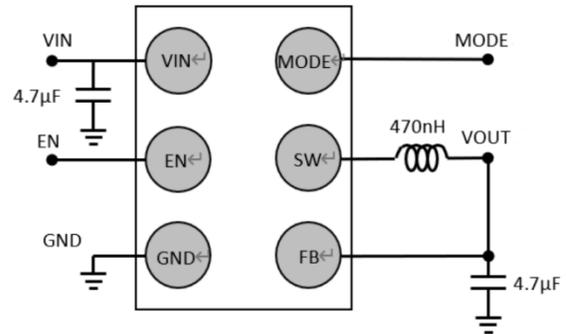


图1. 典型应用

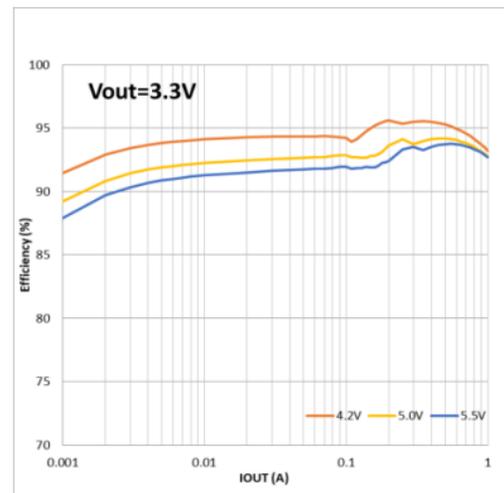


图2. 典型效率, Mode = Low

在轻电流负载下，稳压器将自动进入脉冲频率调制(PFM)工作模式，以在整个负载电流范围内实现最佳效率。如果不需要PFM模式，则可以将MODE引脚设置为HIGH以强制固定频率工作(PWM)。

μPOL采用紧凑的6引脚WLCSP封装，引脚间距为400μm，尺寸为1.2mm x 0.9mm x 0.6mm。

# 目录

## 目录

产品特性.....	1
版本历史.....	3
产品系列表.....	3
PIN 脚配置与描述.....	4
绝对最大额定值.....	5
推荐操作条件.....	5
电气特性.....	6
典型性能参数.....	7
功能特性.....	14
典型应用.....	16
版图指引和示例.....	17
物理尺寸.....	18
订购指南.....	19

## 版本历史

表1. 版本历史

发行	版本	变化	日期
首次发行	1.0	第一版	01/28/21

## 产品系列表

表2. 部分列表

系列	型号	频率 (MHz)	VOUT (V)	封装 标记	MPQ
<b>GM2501</b>	GM2501A	6.5	1.2	GM2501A	3,000
	GM2501B	6.5	1.35	GM2501B	3,000
	GM2501C	8	1.5	GM2501C	3,000
	GM2501D	8	1.6	GM2501D	3,000
	GM2501E	8	1.8	GM2501E	3,000
	GM2501F	8	2.1	GM2501F	3,000
	GM2501H	8	2.4	GM2501H	3,000
	GM2501G	8	2.5	GM2501G	3,000
	GM2501K	8	3.3	GM2501K	3,000

MPQ = Minimum Packing Quantity. 对于大于MPQ的生产订单，订单必须是以上每个包装尺寸的MPQ的倍数。

## PIN 脚配置与描述

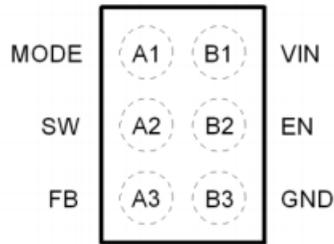


图 3. 顶视图

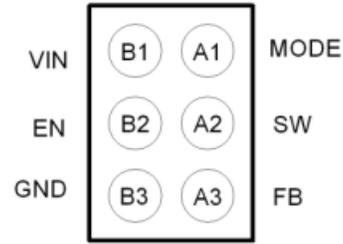


图 4. 底视图

表 3. 引脚定义

引脚号	引脚名	描述
A1	MODE	MODE = LOW: 允许稳压器在轻电流负载下的脉冲频率调制(PFM)和大电流负载下的脉冲宽度调制(PWM)之间自动切换。 MODE = HIGH: 强制稳压器保持在PWM模式。
B1	VIN	电源输入。用最小2.2uF的陶瓷电容连接电源。
A2	SW	开关节点。连接到输出电感。
B2	EN	启用。EN > 1.2V时，部件激活。EN < 1.07V时，部件关闭。不要让引脚漂浮。
A3	FB	反馈信息输入。连接输出电压。
B3	GND	接地插头。

## 绝对最大额定值

表 4. 绝对最大额定值<sup>1</sup>

参数	最小值	最大值	单位
DC 电源电压, VIN	-0.3	6	V
其他引脚电压, MODE, SW, FB, EN	-0.3	VIN + 0.3	V
存储温度范围	-40	+150	°C
工作结温	-40	+150	°C
静电放电 (HBM)	-4000	4000	V
静电放电 (CDM)	-2000	2000	V

## 推荐操作条件

表 5. 操作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	VIN	2.3		5.5 <sup>2</sup>	V
输出电流	IOUT	0		1.0	A
输出电感	LOUT	220	470	2200	nH
输入电容	CIN	2.2	4.7		μF
输出电容	COU	2.2	4.7		μF
环境温度	TOA	-40		+85	°C
工作结温	TOJ	-40		+125	°C

表 6. 热性能信息

结温对环境热阻是PCB板和环境气流条件的函数。该数据基于四层PCB (30mm × 30mm;70μm Cu顶部信号层)在静止空气箱中按照JEDEC标准JESD51自然对流。

参数	符号	典型值	单位
结温环境热阻	θJA	130	°C/W
结温PCB板热阻	θJB	33	°C/W

<sup>1</sup> 超出这些参数的操作可能会对设备造成永久性损坏。

<sup>2</sup> 长时间高于5.5V的电压可能会影响设备的可靠性。

## 电气特性

典型值（除非另有说明）： $V_{IN} = 3.6V$ ,  $V_{OUT} = 1.8V$ ,  $MODE = 0V$ ,  $Temp = +25^{\circ}C$

最大值和最小值： $V_{IN} = EN = 2.3V$  to  $5.5V$ ,  $T_{AMBIENT} = -40$  to  $+85^{\circ}C$

图一电路（除非另有说明）

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>DC 特性</b>						
电源电压	$V_{IN}$		2.3		5.5	V
静态电流	$I_Q$	PWM Mode		6.5		mA
		No Load, Not Switching		18		$\mu A$
关断电流	$I_{SHDN}$	EN = GND		0.1	1	$\mu A$
欠压锁定阈值	$V_{UVLO}$	Rising $V_{IN}$		2.0	2.25	V
欠压闭锁迟滞	$V_{UVLOHYST}$			150		mV
热关断	$T_{TSD}$			135		$^{\circ}C$
热关断滞后	$T_{HYST}$			15		$^{\circ}C$
<b>输出特性</b>						
开关频率	$F_{SW}$	GM2501A		6.5		MHz
		GM2501 Family		8		
电压输出精度	$V_{OUT}$	$I_{LOAD} = 0$ to $1A$ , $V_{in} = 5.5V$ max	-2%	$V_{OUT}$	+2%	
		PWM Mode, $V_{in} = 5.5V$ max	-1.5%	$V_{OUT}$	+1.5%	
软启动时间	$T_{SS}$			280		$\mu s$
开机延迟	$T_{EN}$			100		$\mu s$
PMOS 电阻	$R_{DS(ON)P}$	$V_{IN} = V_{GS} = 3.6V$		148		$m\Omega$
NMOS 电阻	$R_{DS(ON)N}$	$V_{IN} = V_{GS} = 3.6V$		77		$m\Omega$
PMOS 峰值电流	$I_{LIM}$	$V_{IN} = 3.6V$ , Open Loop		1600		mA
输出放电电阻	$R_{DIS}$	EN = 0V		17		$\Omega$
<b>逻辑输入: EN and Mode</b>						
逻辑高压	$V_{IH}$		1.2		$V_{IN}$	V
逻辑低压	$V_{IL}$				1.07	V
逻辑引脚漏电流	$I_{LPIN}$				1	$\mu A$
逻辑输入滞后	$V_{LHYST}$			130		mV

## 典型性能参数

典型测试条件（除非另有说明）：图1电路， $V_{IN} = 3.6V$ ， $V_{OUT} = 1.8V$ ， $f_{sw} = 10MHz$  用于1.8V 器件， $f_{sw} = 6.5MHz$  用于 1.2V器件， $f_{sw} = 8MHz$ 用于 3.3V 器件， $MODE = 0V$ ， $Temp = +25^{\circ}C$ 。

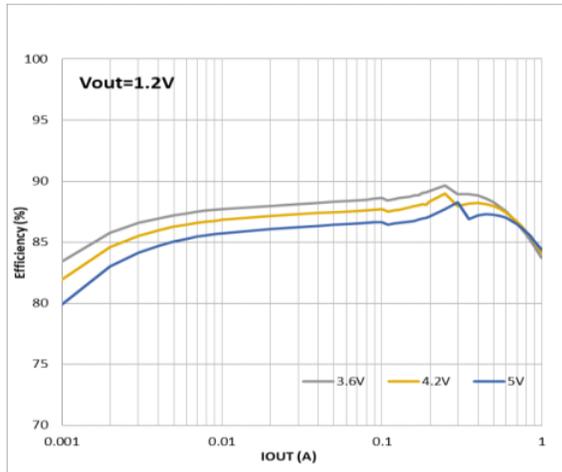


图 5. Efficiency, Mode=Low,  $V_{OUT} = 1.2V$

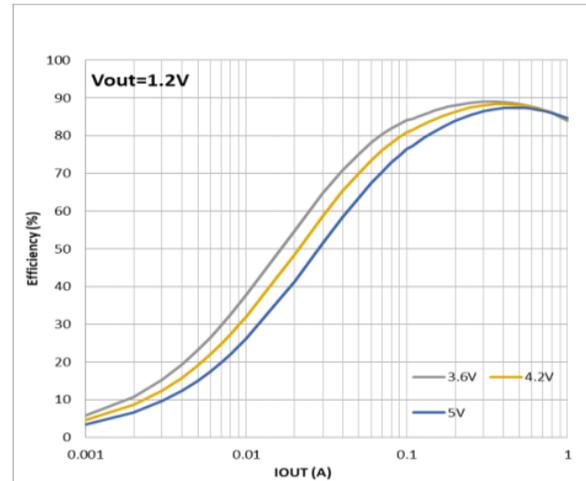


图 6. Efficiency, Mode=High,  $V_{OUT} = 1.2V$

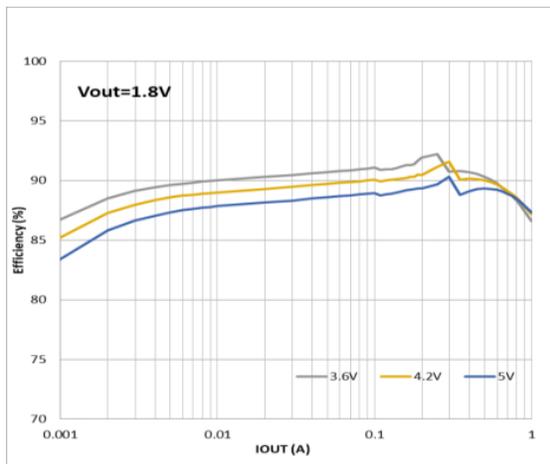


图7. Efficiency, Mode=Low,  $V_{OUT} = 1.8V$

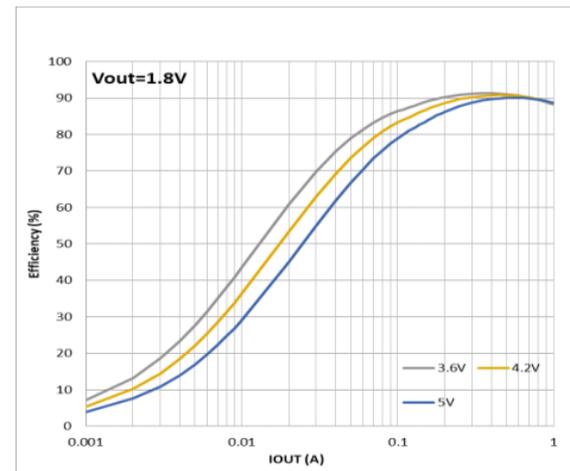


图8. Efficiency, Mode=High,  $V_{OUT} = 1.8V$

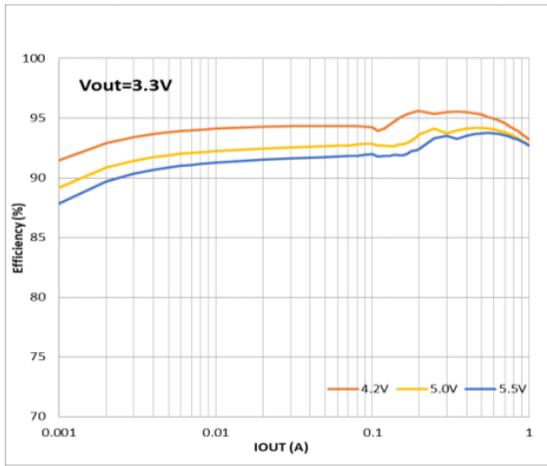


图 9. Efficiency, Mode=Low,  $V_{OUT} = 3.3V$

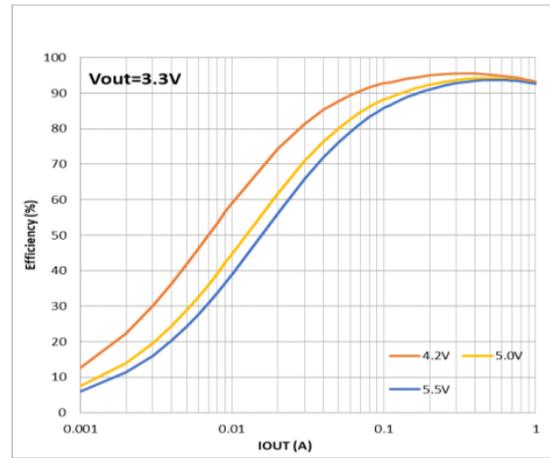


图 10. Efficiency, Mode=High,  $V_{OUT} = 3.3V$

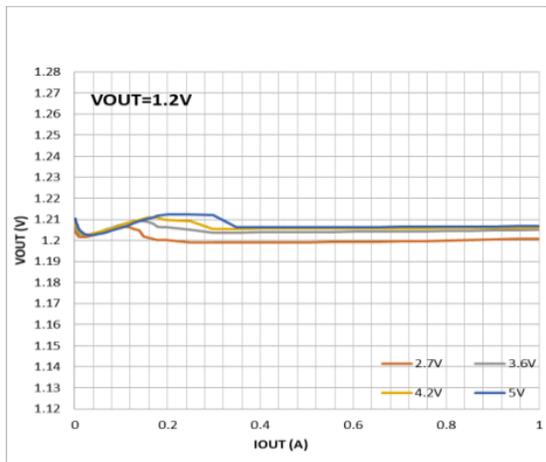


图 11. 负载调节, Mode=Low,  $V_{OUT} = 1.2V$

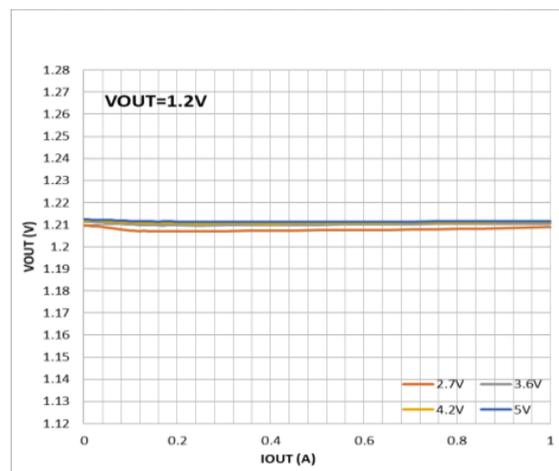


图12. 负载调节, Mode=High,  $V_{OUT} = 1.2V$

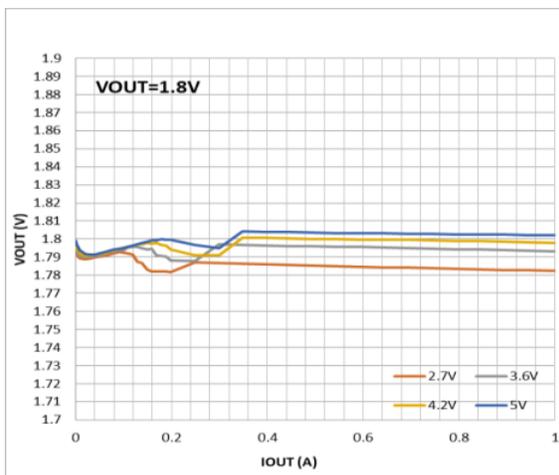


图13. 负载调节, Mode=Low,  $V_{OUT} = 1.8V$

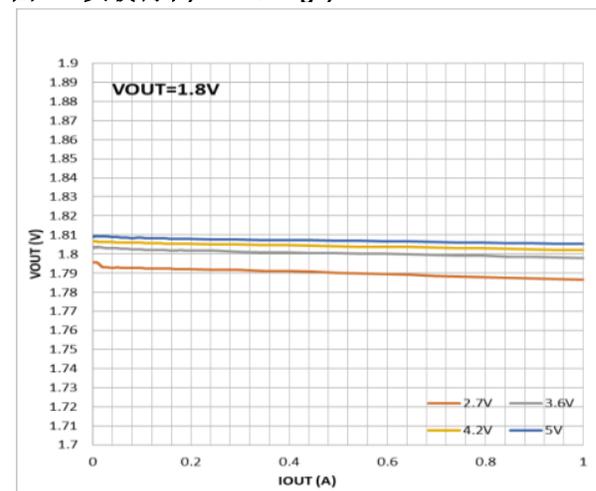


图14. 负载调节, Mode=High,  $V_{OUT} = 1.8V$

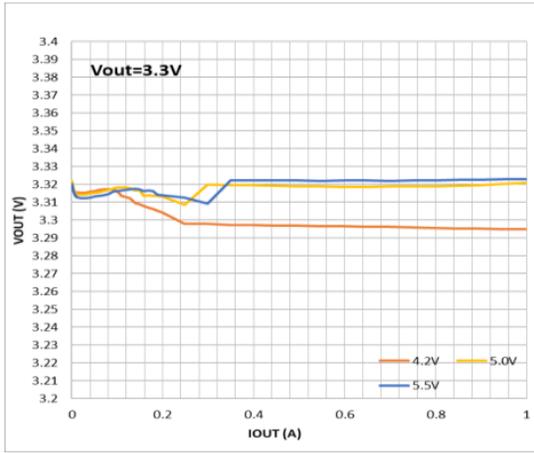


图15. 负载调节, Mode=Low,  $V_{OUT} = 3.3V$

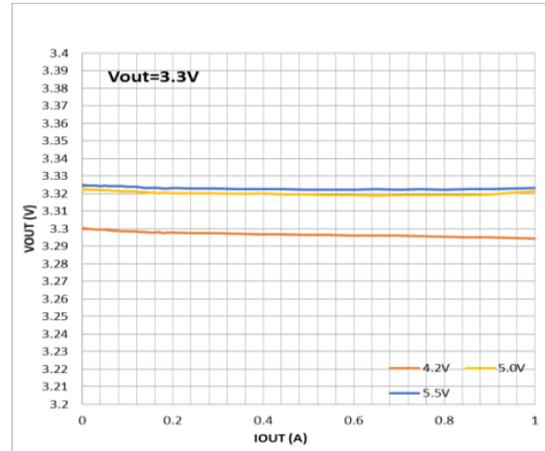


图16. 负载调节, Mode=High,  $V_{OUT} = 3.3V$

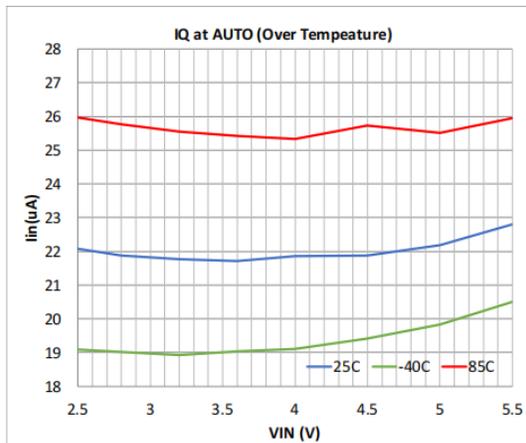


图17.  $I_q$  vs  $V_{IN}$  过热, Mode=Low,  $V_{OUT} = 1.8V$

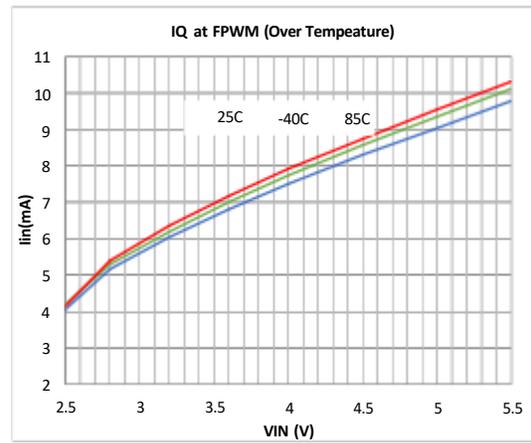


图18.  $I_q$  vs  $V_{IN}$  过热, Mode=High,  $V_{OUT} = 1.8V$

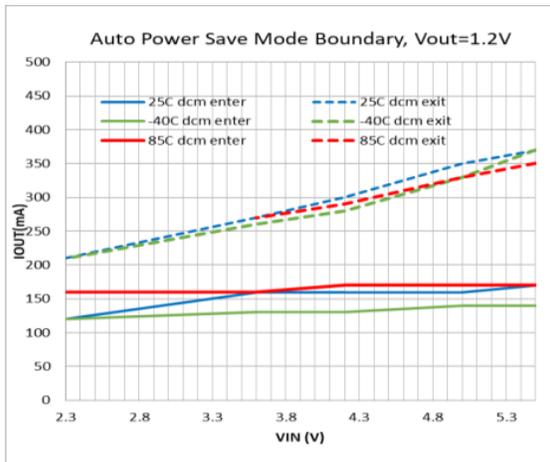


图19. PFM/PWM Boundaries, Mode=Low,  $V_{OUT} = 1.2V$

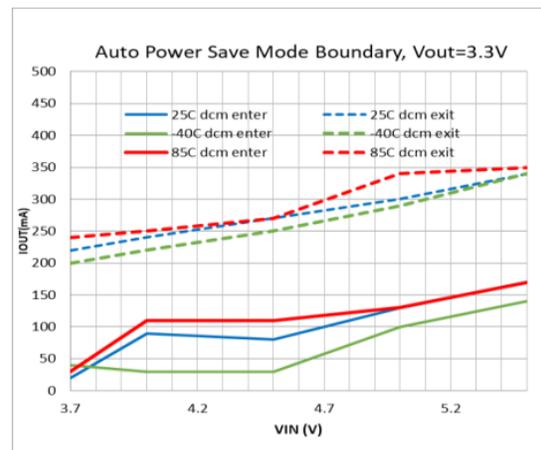


图20. PFM/PWM Boundaries, Mode=Low,  $V_{OUT} = 3.3V$

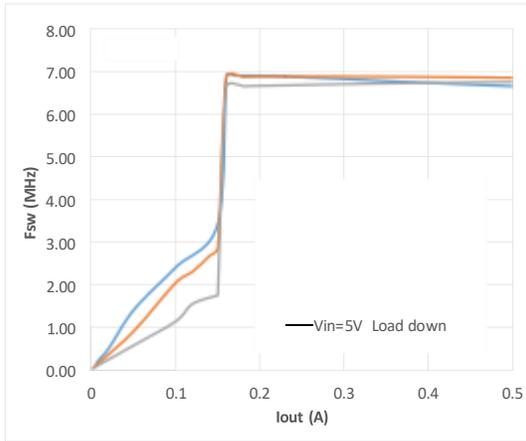


图21. FSW,  $V_{OUT} = 1.2V$ , Mode=Low

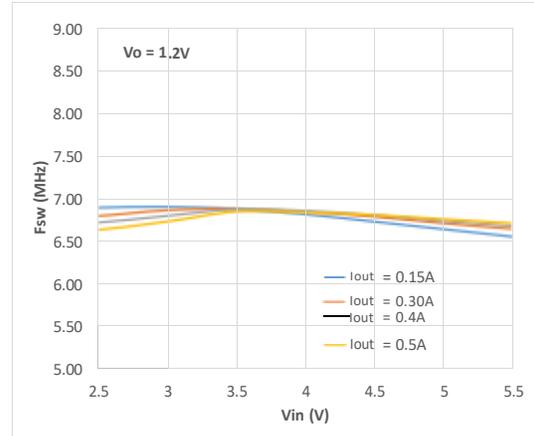


图22. FSW,  $V_{OUT} = 1.2V$ , Mode=High

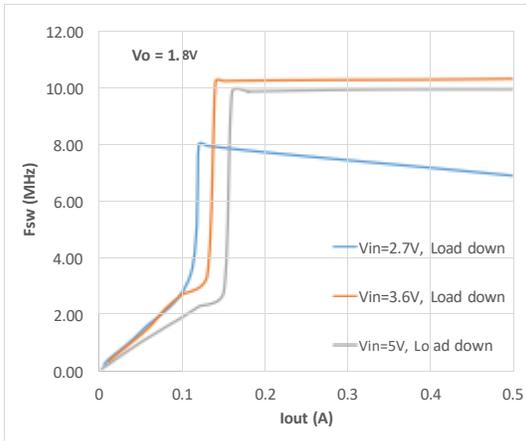


图23. Fsw,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode=Low

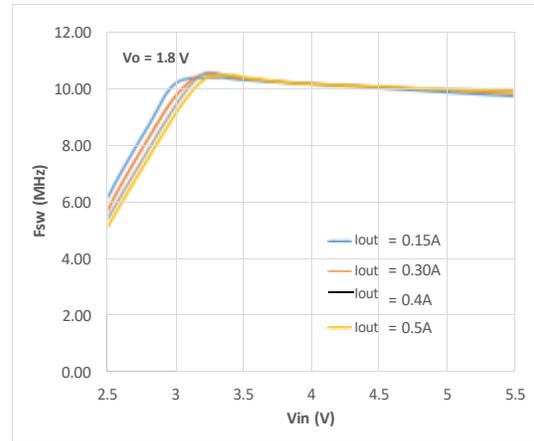


图24. Fsw,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode=High

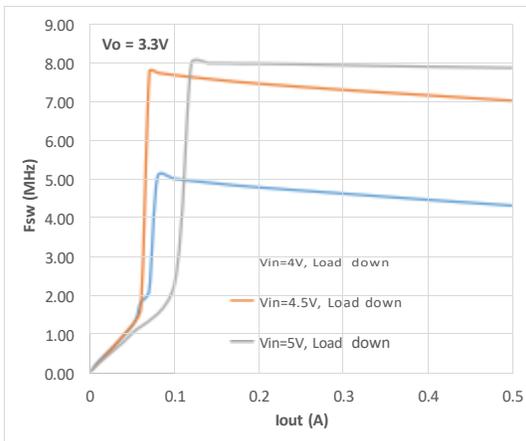


图25. FSW,  $V_{OUT} = 3.3V$ , Mode=Low

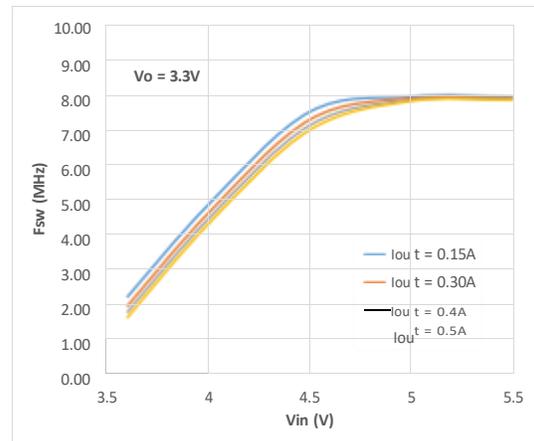


图26. FSW,  $V_{OUT} = 3.3V$ , Mode=High

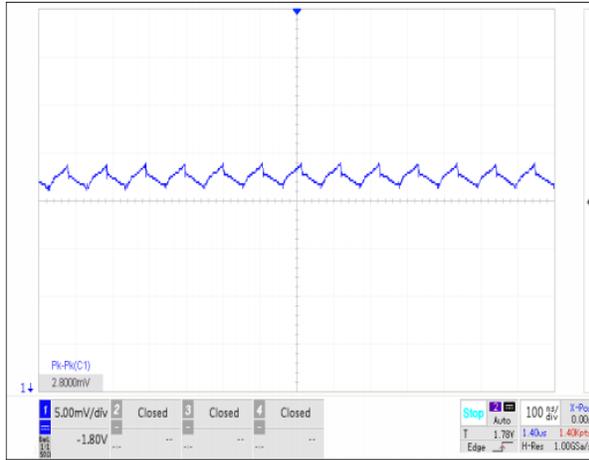


图27. 输出电压纹波,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode=High,  $I_{LOAD}=0A$

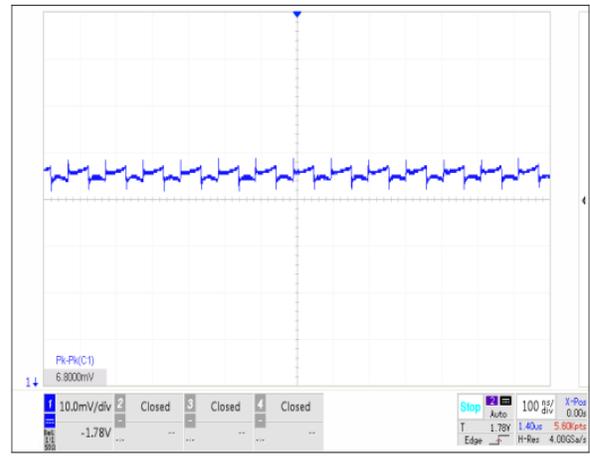


图28. 输出电压纹波,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode=High,  $I_{LOAD}=500mA$

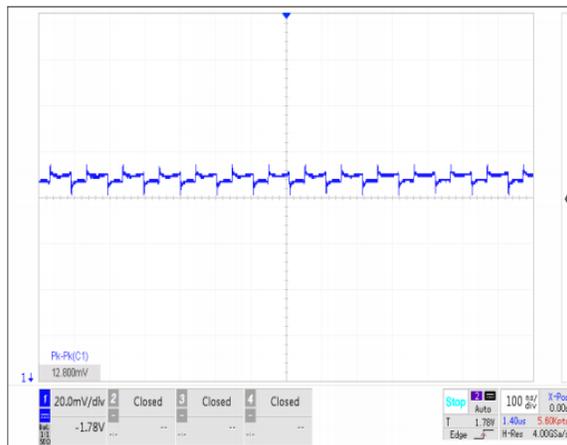


图29. 输出电压纹波,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode=High,  $I_{LOAD}=1A$

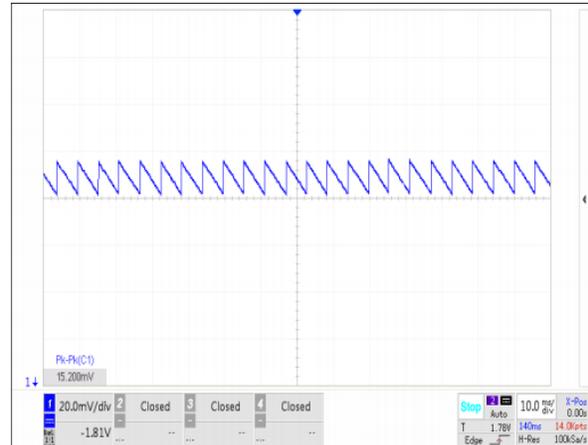


图30. 输出电压纹波,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode=Low,  $I_{LOAD}=0A$

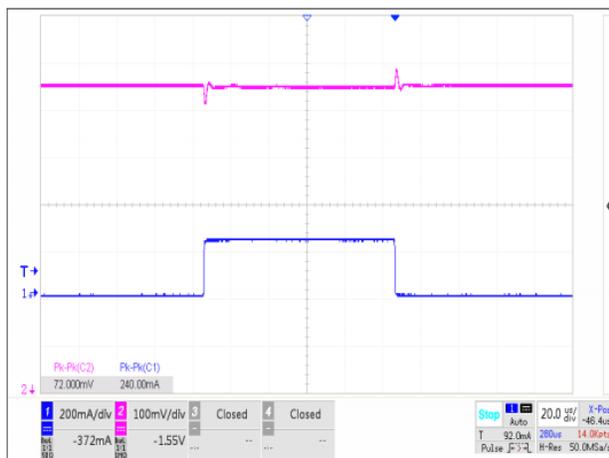


图31. 负载瞬变,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode=High,  $I_{LOAD}= 0A$  to 250mA

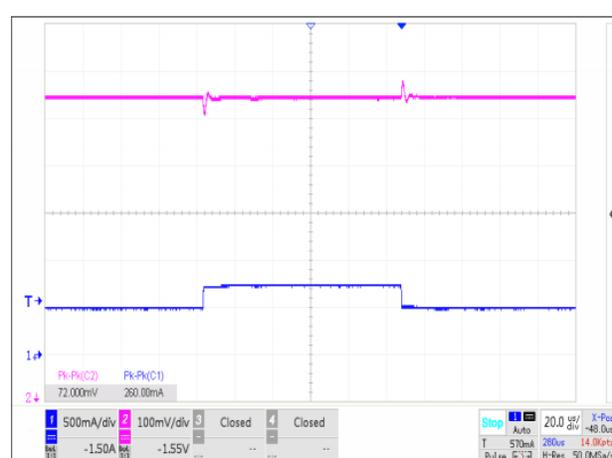


图32. 负载瞬变,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode=High,  $I_{LOAD}= 500mA$  to 750mA

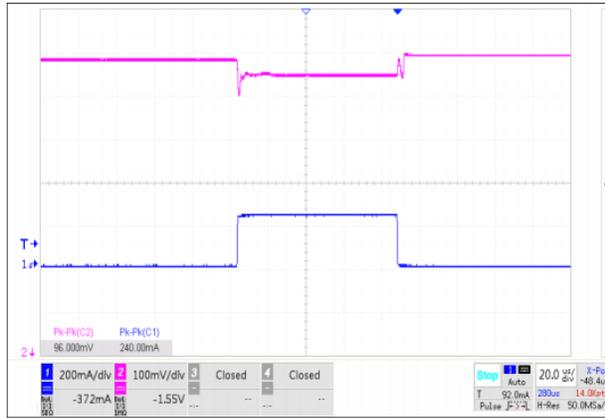


图33. 负载瞬变,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode=Low,  $I_{LOAD} = 0A$  to 250mA

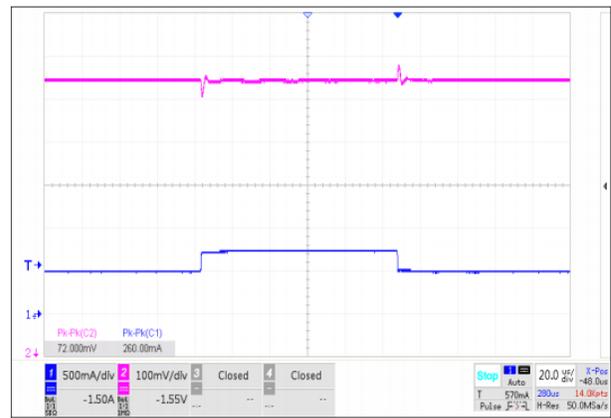


图34. 负载瞬变,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode=Low,  $I_{LOAD} = 500mA$  to 750mA

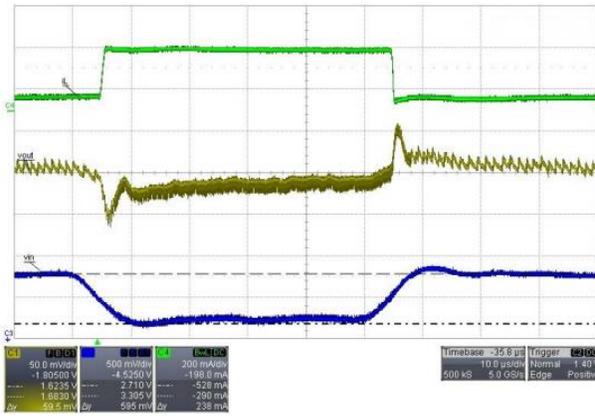


图35. Combined Line/Load Transient,  $V_{IN} = 2.7V$  to 3.3V,  $I_{LOAD} = 30mA$  to 300mA

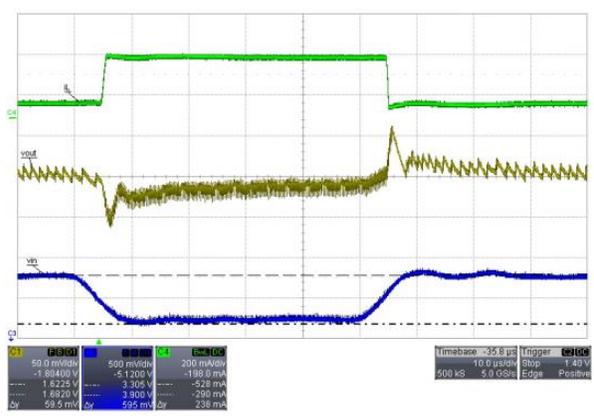


图36. Combined Line/Load Transient,  $V_{IN} = 3.3V$  to 3.9V,  $I_{LOAD} = 30mA$  to 300mA

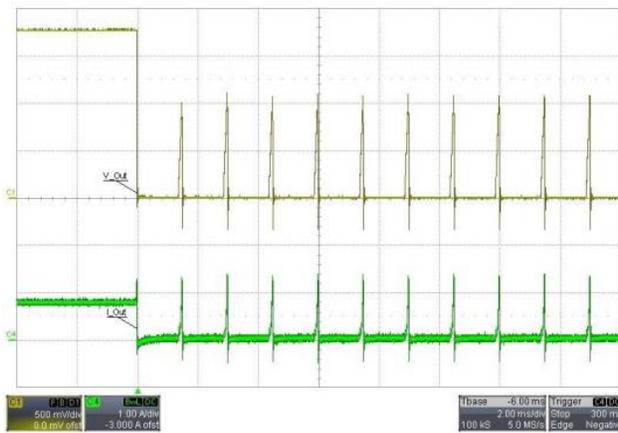


图37. OCP hiccup:  $V_{IN} = 3.6V$ ,  $V_{OUT} = 1.8V$

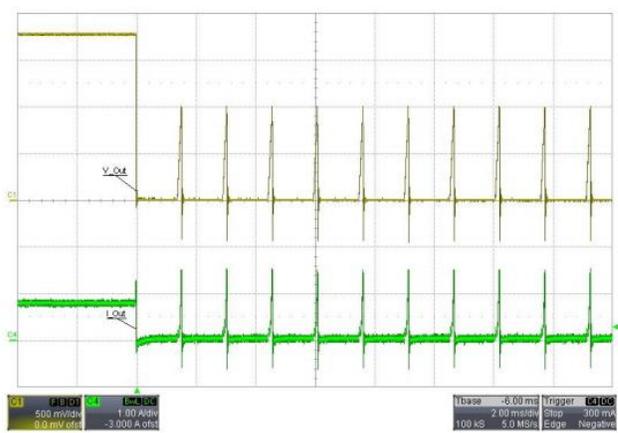


图38. OCP hiccup:  $V_{IN} = 5.5V$ ,  $V_{OUT} = 1.8V$

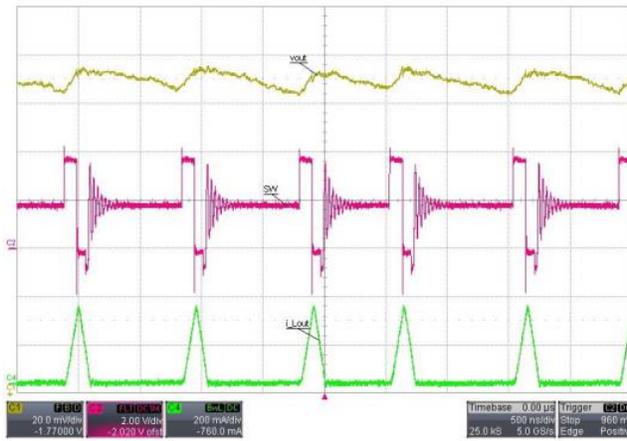


图39. PFM Mode Operation:  $V_{IN} = 3.6V$ ,  $V_{OUT} = 1.8V$ ,  $I_{LOAD} = 40mA$

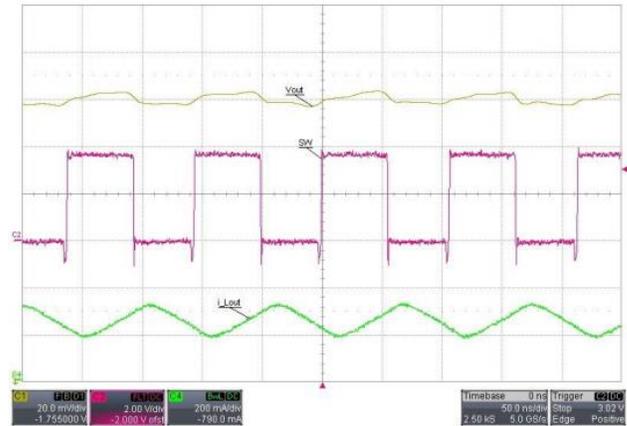


图40. PWM Mode Operation:  $V_{IN} = 3.6V$ ,  $V_{OUT} = 1.8V$ ,  $I_{LOAD} = 300mA$

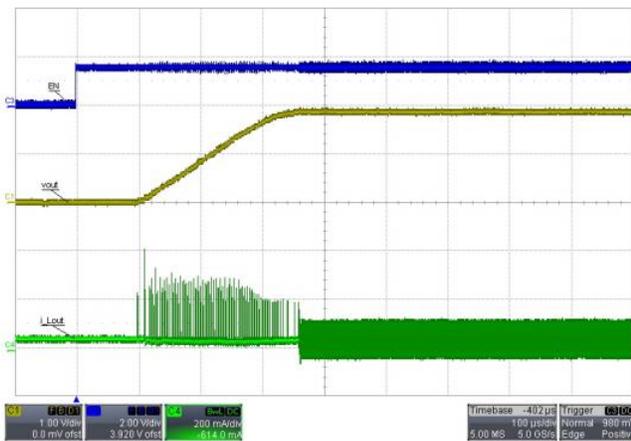


图 41. 开机,  $V_{IN} = 3.6V$ ,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode= High, No load

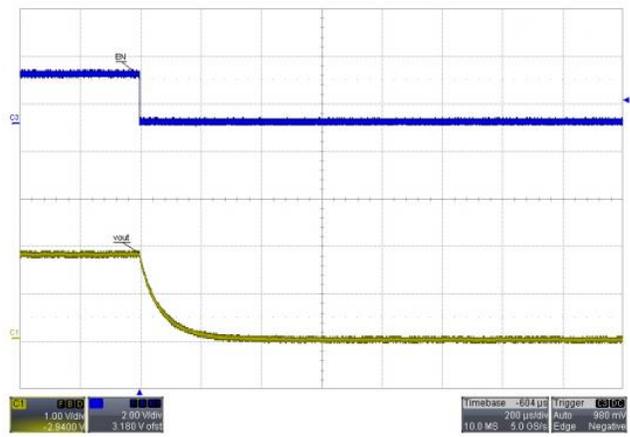
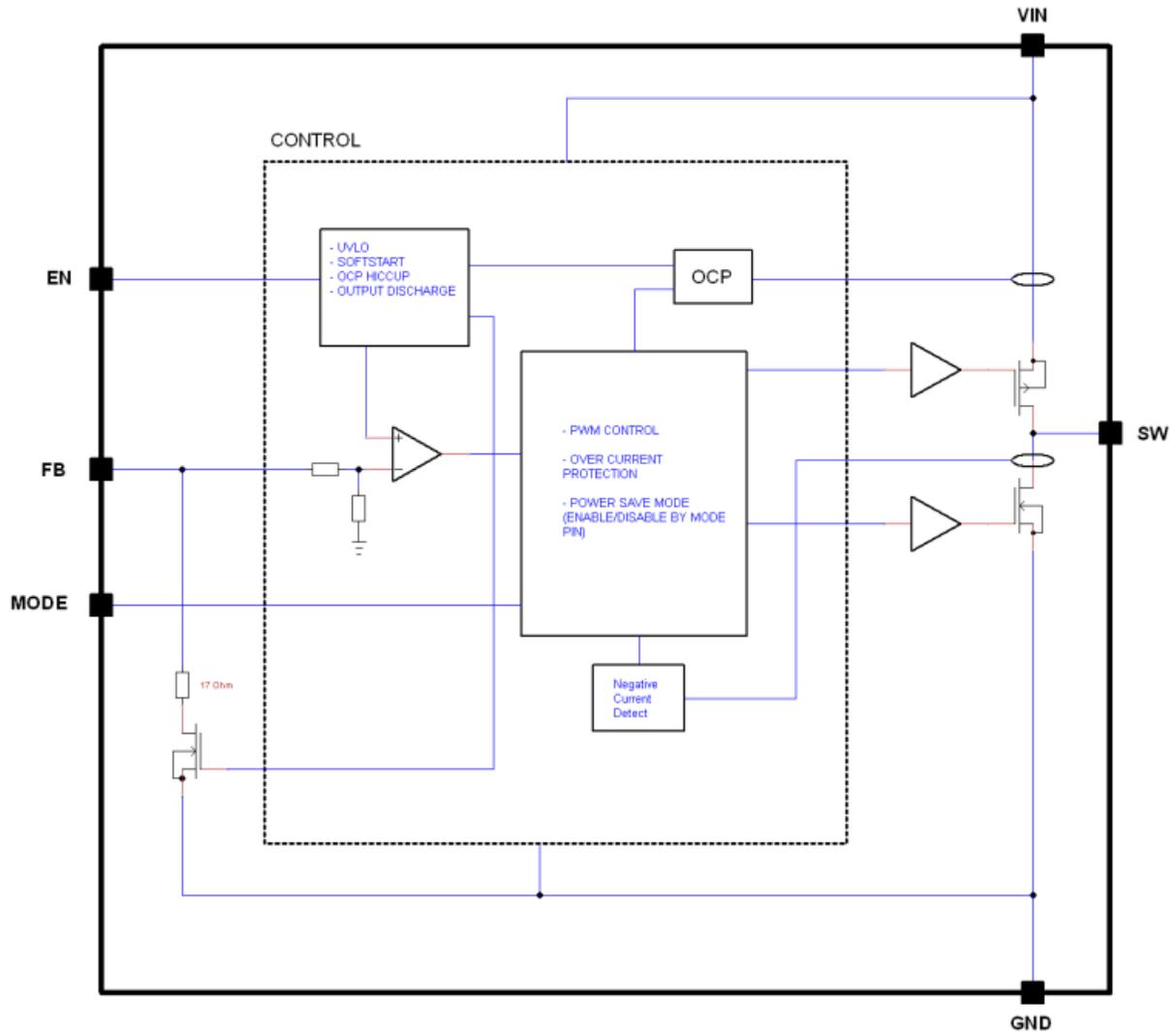


图42. 关机,  $V_{IN} = 3.6V$ ,  $V_{OUT} = 1.8V$ , Mode= High, No load

## 功能特性

GM2501系列是同步DC/DC稳压器，开关频率可达10MHz。输入电压2.3V和5.5V，可以在固定输出电压下提供高达1A的负载电流。

图 43. 功能框图



## 使能

将EN引脚设置为逻辑高使能设备， $V_{OUT}$ 延迟100 $\mu$ s后开始上升，或者当EN电压设置为逻辑低时，设备将被禁用。在这种状态下，IC的电流小于1 $\mu$ A，通过输出电阻负载( $R_{DS}$ )拉到地。

## 欠压闭锁 (UVLO)

如果VIN低于2.0V，欠压闭锁功能可防止设备开启。如果器件在UVLO条件下使能，则电路在输入电压增加之前不会打开。一旦激活，UVLO电路有150mV的迟滞，当VIN低于1.85V时，器件将关闭。

## 软启动

当器件启用时，内部软启动电路使 $V_{OUT}$ 在280 $\mu$ s时间内上升，以限制浪涌电流。该特性可以保护高阻抗源在器件打开时不被拉到较低的电压。

## 主动输出放电

当设备通过EN引脚禁用时，通过17 $\Omega$ 电阻( $R_{DS}$ ) 在 $V_{OUT}$ 和地之间创建输出电容的放电路径。

## 工作模式

MODE引脚选择设备的工作模式。当连接到逻辑高电平时，无论负载电流如何，转换器始终以脉宽调制(PWM)模式工作。PWM是一种连续开关模式，其中占空比被调制以实现所需的输出功率。

当连接到逻辑低电平时，在低电流负载下转换器自动切换到脉冲频率调制(PFM)工作。在PFM模式下，脉冲的频率是可变的，以提供最好的效率。随着负载电流的变化，器件在PFM和PWM之间切换，从而优化了性能。

如果输入电压过于接近目标输出电压，使调节不能再维持，则稳压器将进入100%占空比模式。在这种模式下，高侧开关保持导通，将输入和输出连接在一起，以提供尽可能接近目标的电压。

## 过流保护

该设备具有过流保护，以防止在过流条件下损坏设备和电感。

峰值电流保护发生在1.6A。在达到连续16个周期的峰值电流限制后，输出将被禁用。在被禁用1.5ms后，设备将重新启用，并开始一个新的软启动周期。

## 热关断

当芯片温度超过135 $^{\circ}$ C时，使能器件热关断保护。

一旦温度降到120 $^{\circ}$ C以下，设备将重新启用，并开始一个新的软启动周期。

## 典型应用

图 44. 应用电路

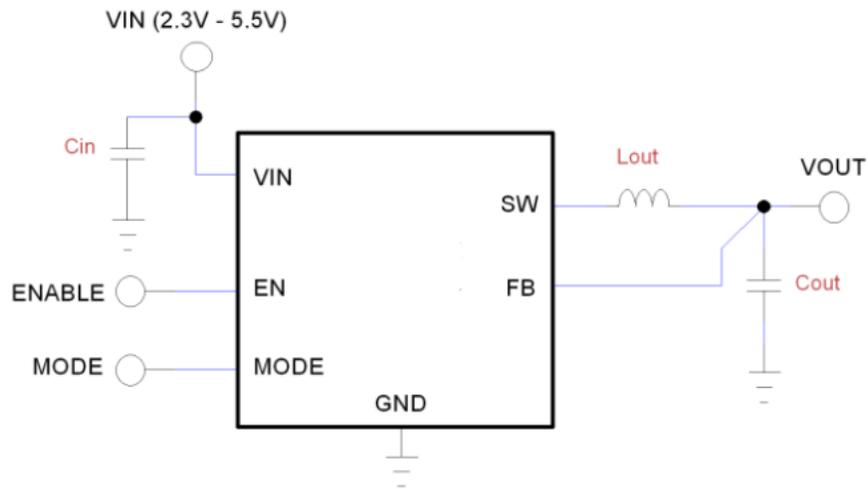


表 7. 推荐组件

部件	值	封装	制造商	编号
Cin	4.7uF, 10V	0402	AVX	0402ZD475MATA2A
	2.2uF, 10V	0402	AVX	0402ZD225MATA2A
Cout	4.7uF, 10V	0402	AVX	0402ZD475MATA2A
	2.2uF, 10V	0402	AVX	0402ZD225MATA2A
Lout	470nH, DCR 54mΩ	1.6mm x 1.0mm x 0.8mm	Murata	DFE18SANR47MG0L
	470nH, DCR 32mΩ	2.0mm x 1.6mm x 1.0mm	Murata	DFE201610ER47M
	470nH, DCR 40mΩ	2.0mm x 1.6mm x 1.0mm	FDK	MIPSZ2016DR47FR
	470nH, DCR 125mΩ	1.6mm x 0.8mm x 0.6mm	Cyntec	16010F100E
	470nH, DCR 80mΩ	2.0mm x 1.2mm x 1.0mm	Sunlord	MPH201210QR47MT

## 版图指引和示例

PCB板的设计和制造对于所有开关电源都很重要，特别是对于那些在高开关频率下工作的电源。

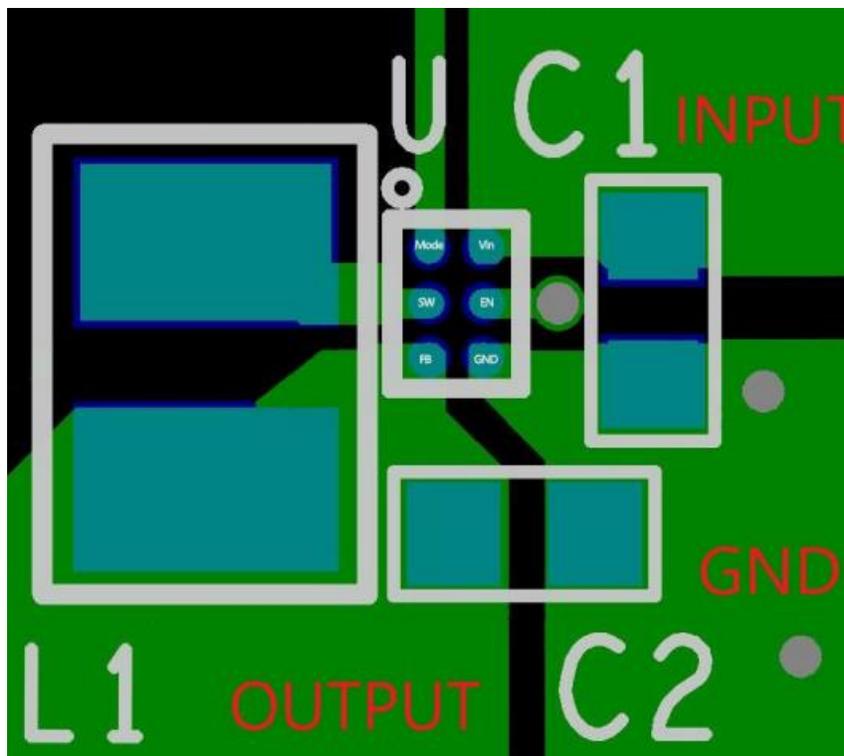
如果布图不仔细，不仅会降低稳压器的性能，还会引入稳定性或电磁干扰问题。因此，在电路板布图时必须小心，以达到指定的性能。

设计PCB板时，请遵循以下原则：

1) 组件放置保持尽可能紧凑。

- 2) 将低ESR输入电容尽可能靠近VIN和GND。
- 3) 最小化SW引脚走线和电感之间的面积，以限制高频辐射。
- 4) 保持FB轨迹远离有噪声的组件和轨迹(例如，SW和电感)。
- 5) 主电流路径采用宽、短走线。
- 6) 稳压器的接地脚必须以低电感和低阻抗牢固地连接到PCB接地上。
- 7) 为CIN和COUT放置共同和未破坏的地面。
- 8) 减少过多的散热通孔，并使其远离SW和电感。

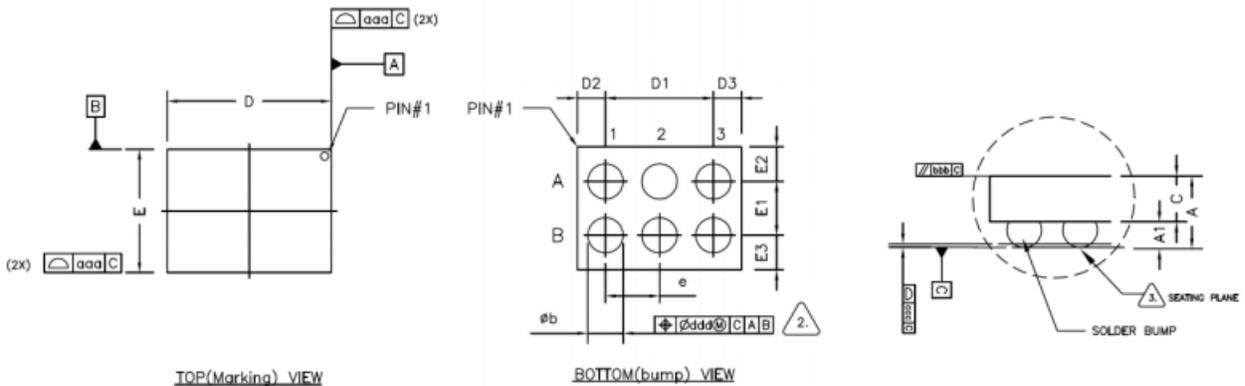
图 45. 顶层布局



## 物理尺寸

表 8. 芯片尺寸

符号	尺寸单位: mm			尺寸 (英尺)		
	最小值	Nom	最大值	最小值	Nom	最大值
A	0.5364	0.5820	0.6276	0.0211	0.0229	0.0247
A1	0.1818	0.2020	0.2222	0.0072	0.0080	0.0087
C	0.3546	0.3800	0.4054	0.0140	0.0150	0.0160
D	1.1600		1.2400	0.0457		0.0488
E	0.8600		0.9400	0.0339		0.0370
B	0.2227	0.2620	0.3013	0.0088	0.0103	0.0119
D1		0.8000			0.0315	
D2		0.2080			0.0082	
D3		0.2080			0.0082	
E1		0.4000			0.0157	
E2		0.2580			0.0102	
E3		0.2580			0.0102	
e		0.4000			0.0157	
aaa		0.100			0.00394	
bbb		0.100			0.00394	
ccc		0.030			0.00118	
ddd		0.050			0.01969	



## 订购指南

型号	温度范围	封装描述	封装选项
GM2501ECBZ	-40°C to+125°C	1.8V 8MHz, WLCSP 1.2mm x 0.9mm	CB-6-1
GM2501KCBZ	-40°C to+125°C	3.3V 8MHz, WLCSP 1.2mm x 0.9mm	CB-6-1