

描述

MPM3811 是一款内置内部功率 MOSFETs 和电感的单片降压开关变换器。在 2.3V 至 5.5V 的输入电压范围内，MPM3811 可实现 1A 的连续输出电流，且具有极好的负载和线性调整率。MPM3811 适用范围广泛，是高性能 DSP、无线电源、便携移动设备及其他低功率系统等应用的理想之选。输出电压可调节低至 0.6V。仅需要输入电容、输出电容和反馈 (FB) 电阻就能完成整个设计。

恒定导通时间 (COT) 控制方案提供了快速瞬态响应、轻载下超高效率，能轻松实现环路稳定性。

故障保护包括逐周期限流保护和过温保护。

MPM3811 最大限度地减少了现有标准外部元器件的使用，采用超小尺寸 QFN-10 (2mmx2mmx1.6mm) 封装。

特性

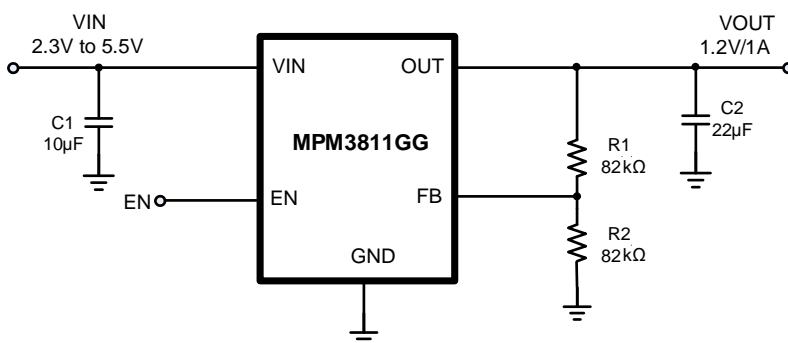
- 峰值效率高达 91%
- 宽输入工作电压范围：2.3V 至 5.5V
- 输出电压低至 0.6V
- 压差占空比：100%
- 输出电流：1A
- 频率：2.2MHz
- 供电时序使能
- 逐周期过流保护 (OCP)
- 内部软启动 (SS) 时间：0.5ms
- 输出放电功能
- 打嗝模式短路保护 (SCP)
- 过温关断保护 (TSD)
- 采用低 ESR 输出陶瓷电容可稳定工作
- 采用 QFN10 (2mmx2mmx1.6mm) 封装

应用

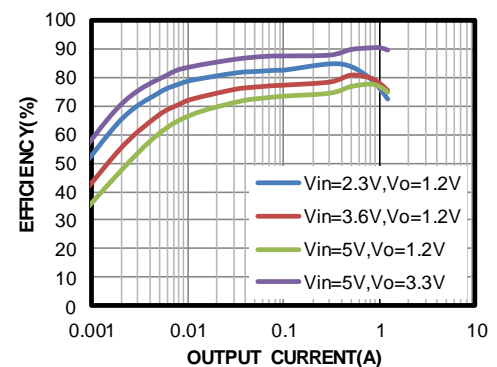
- 光模块
- 物联网设备
- 手持打印机/POS 机
- 便携设备
- 低压 I/O 系统电源
- 小体积系统

所有 MPS 产品都保证无铅，无卤素，并且遵守 RoHS 规范。如需查询具体芯片环保等级，请访问 MPS 官网之质量保证。“MPS”、MPS 标志和“Simple, Easy Solutions”为 MPS 注册商标。

典型应用



效率 vs. 输出电流



订购信息

产品型号	封装	顶标
MPM3811GG	QFN-10 (2mmx2mmx1.6mm)	见下文

*对于编带和卷盘包装, 请添加后缀-Z (例如: MPM3811GG-Z)。

顶标

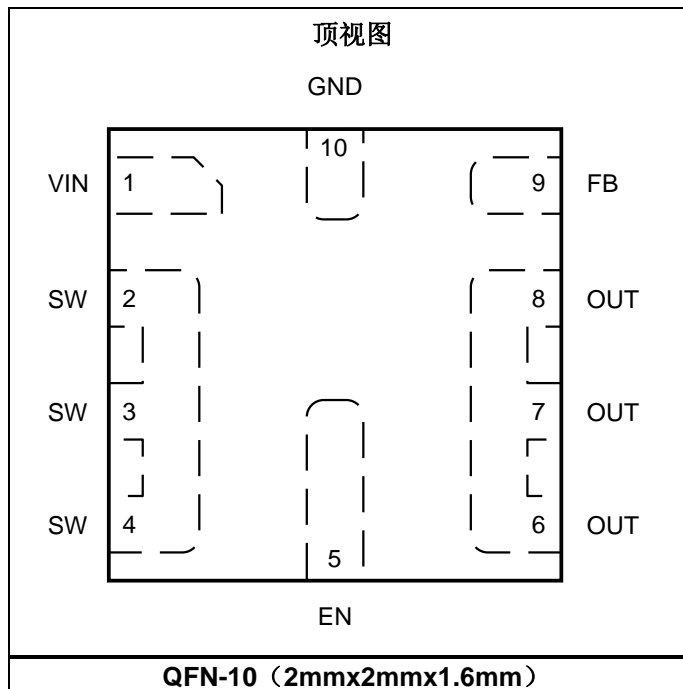
—
FPY
LLL

FP: MPM3811GG的产品代码

Y: 年份代码;

LLL: 批次号

参考封装



引脚功能

引脚 #	名称	描述
1	VIN	供电电压输入引脚。MPM3811 的输入电压范围为 +2.3V 至 +5.5V。需要去耦电容以防止输入端产生大的电压尖峰。
2 - 4	SW	输出开关节点。SW 是内部上管 P 沟道 MOSFET 的漏极。SW 不用于测试并仅供内部使用。
5	EN	导通/关断控制输入引脚。
6 - 8	OUT	输出电压引脚和输出电压的检测引脚。连接负载至 OUT 引脚。OUT 引脚需要连接一个输出电容以降低输出电压纹波。
9	FB	反馈引脚。由 GND 与输出之间的外部分压电阻以及 FB 上的基准电压来设置输出电压。
10	GND	功率地。

最大绝对额定值 (1)

供电电压 (V_{IN})	6V
V_{SW}	-0.3V (10ns 以内, 电压可低至 -5V) 至 6V (10ns 以内, 电压可高至 8V 或 3ns 以内, 电压可高至 10V)
所有其他引脚	-0.3V 至 6V
结温	150°C
焊接温度	260°C
连续耗散功率 ($T_A = +25^\circ\text{C}$) (2)(4)	1.6W
存储温度	-65°C 至 +150°C

推荐工作条件 (3)

供电电压 (V_{IN})	2.3V 至 5.5V
工作结温 (T_J)	-40°C 至 +125°C

热阻

 θ_{JA} θ_{JC}

QFN-10 (2mmx2mmx1.6mm)

EVM3811-G-00A (4) 70 34 ... °C/W

JESD51-7 (5) 80 35 ... °C/W

注:

- 1) 超过这些限定值可能会损坏芯片。
- 2) 最大可允许耗散功率与最大结温 $T_J(\text{MAX})$ 、结温-环境热阻 θ_{JA} 和环境温度 T_A 的有关。任何环境温度下允许的最大连续耗散功率由 $P_D(\text{MAX}) = (T_J(\text{MAX}) - T_A) / \theta_{JA}$ 计算得出。超过最大允许耗散功率会使芯片温度过高, 导致稳压器进入热保护状态。内部热保护电路保护芯片免受永久性损坏。
- 3) 模块不能保证在其工作条件之外运行。
- 4) 数据是在 EVM3811-G-00A, 2 层板上测量所得。
- 5) 此表中给出的 θ_{JA} 仅用于对比其他封装, 不可用于设计。上述数值根据 JESD51-7 计算, 且在指定 JEDEC 板上仿真得出。并不代表实际应用中的性能。

电气特性

测试条件为 $V_{IN} = 3.6V$, $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$ ⁽⁶⁾, 典型值测试条件为 $T_J = +25^{\circ}C$, 另有注明除外。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
反馈电压	V_{FB}	$2.3V \leq V_{IN} \leq 5.5V$, $T_J = 25^{\circ}C$	0.594	0.600	0.606	V
		$T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$	0.588	0.600	0.612	
反馈电流	I_{FB}	$V_{FB} = 0.63V$		50	100	nA
P-FET 导通内阻	R_{DSON_P}			130		m Ω
N-FET 导通内阻	R_{DSON_N}			100		m Ω
压差电阻	R_{DR}	100% 占空比		250		m Ω
开关管漏电流		$V_{EN} = 0V$, $T_J = 25^{\circ}C$		0	1	μA
P-FET 峰值电流限			1.4	1.7		A
开关频率	f_s	$V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $I_{OUT} = 500mA$, $T_J = 25^{\circ}C$ ⁽⁶⁾	1920	2400	2910	kHz
		$V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $I_{OUT} = 500mA$, $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$ ⁽⁶⁾	1800	2400	3000	kHz
最小关断时间	$T_{MIN-OFF}$			60		ns
最小导通时间 ⁽⁷⁾	T_{MIN-ON}			60		ns
软启动时间	T_{SS-ON}	V_{OUT} 从 10% 上升至 90%		0.5		ms
欠压锁定保护上升阈值				2	2.25	V
欠压锁定保护阈值迟滞				150		mV
使能 (EN) 输入逻辑低电压					0.4	V
使能 (EN) 输入逻辑高电压			1.2			V
使能 (EN) 输入电流		$V_{EN} = 2V$		1.2		μA
		$V_{EN} = 0V$		0		μA
供电电流 (关断)		$V_{EN} = 0V$, $T_J = 25^{\circ}C$		0	1	μA
供电电流 (静态)		$V_{IN} = 3.6V$, $V_{EN} = 2V$, $V_{FB} = 0.63V$, $T_J = 25^{\circ}C$		340	400	μA
过温关断保护 ⁽⁷⁾				160		$^{\circ}C$
过温保护迟滞 ⁽⁷⁾				30		$^{\circ}C$
输出放电电阻	R_{DIS}	$V_{EN} = 0V$, $V_{OUT} = 1.2V$		1		k Ω
输出电感	L	测试频率: 1MHz		0.47		μH
	DCR			0.1		Ω

注:

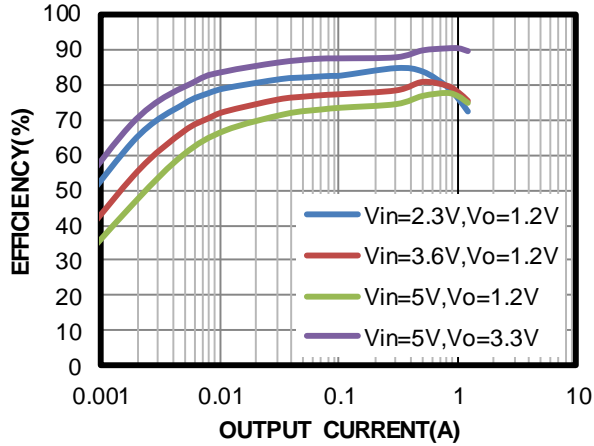
6) 未经生产验证。由过温校准保证。

7) 由工厂样品特性保证。

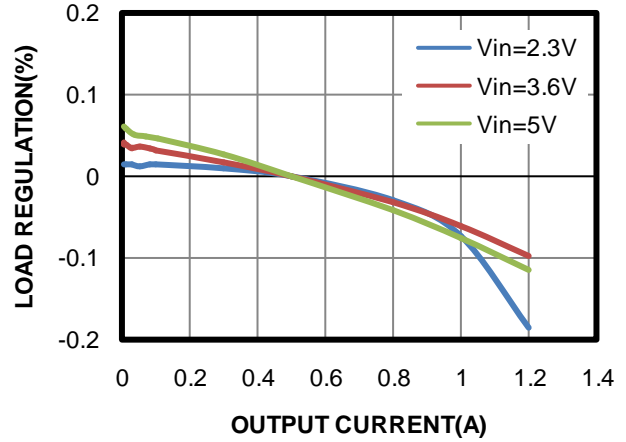
典型性能特性

测试条件为 $V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $C_o = 22\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, 另有注明除外。

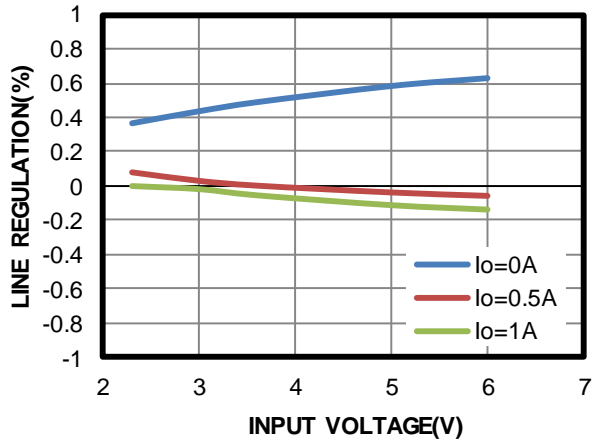
效率 vs. 输出电流



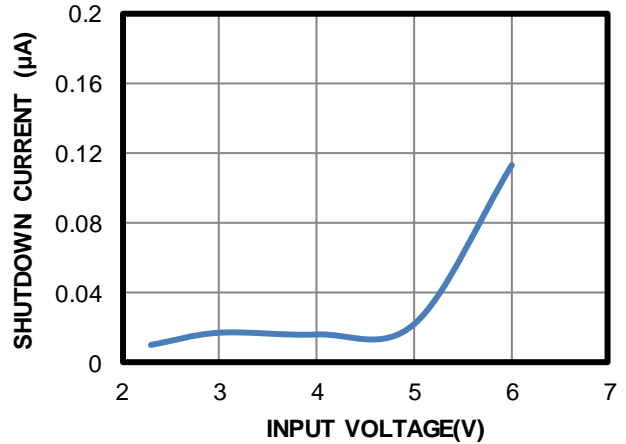
负载调整率 vs. 输出电流



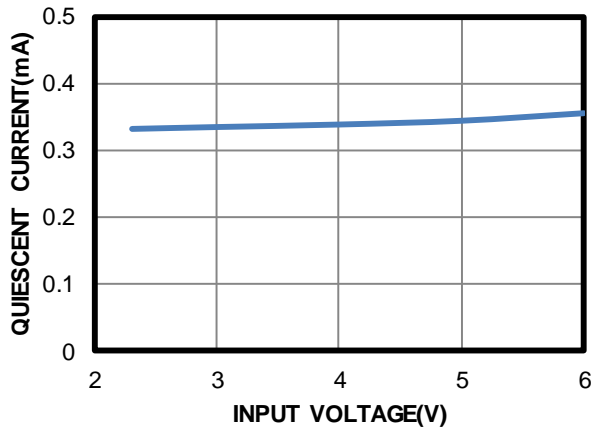
线性调整率 vs. 输入电压



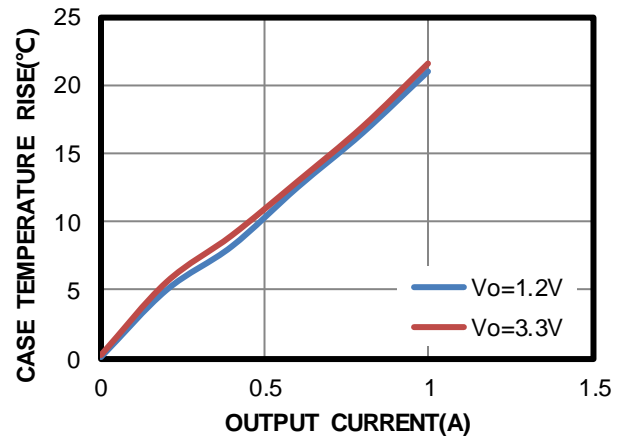
关断电流 vs. 输入电压



静态电流 vs. 输入电压



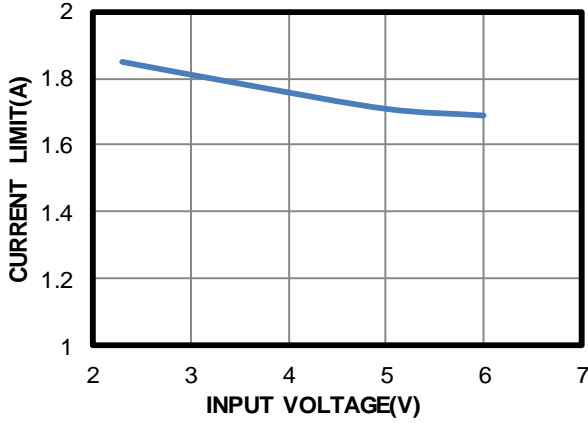
外壳温升 vs. 输出电流



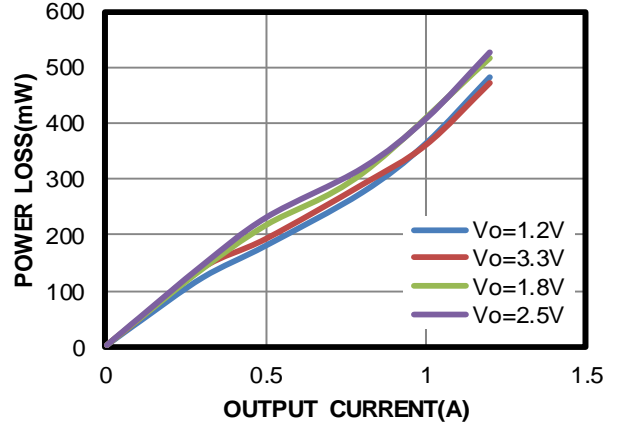
典型性能特性 (续表)

测试条件为 $V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $C_o = 22\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, 另有注明除外。

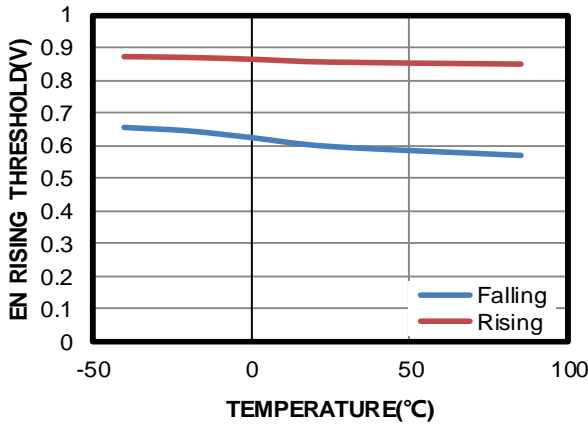
电流限 vs. 输入电压



功率损耗 vs. 输出电流

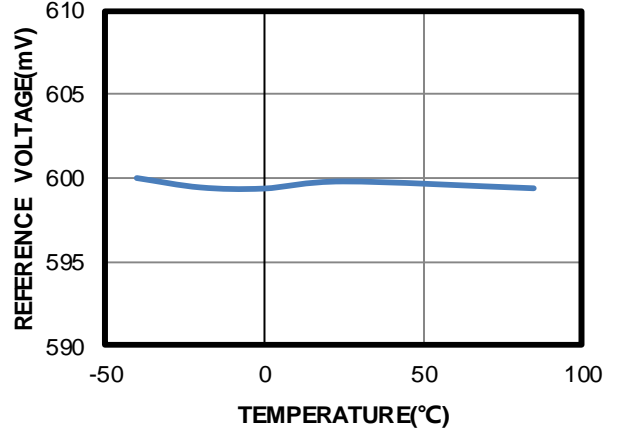


EN 上升阈值 vs. 温度

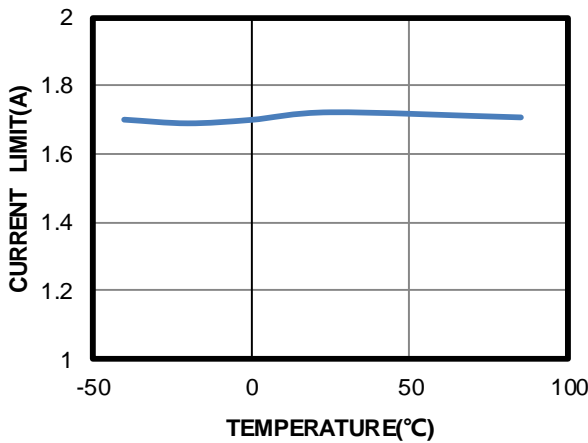


参考电压 vs. 温度

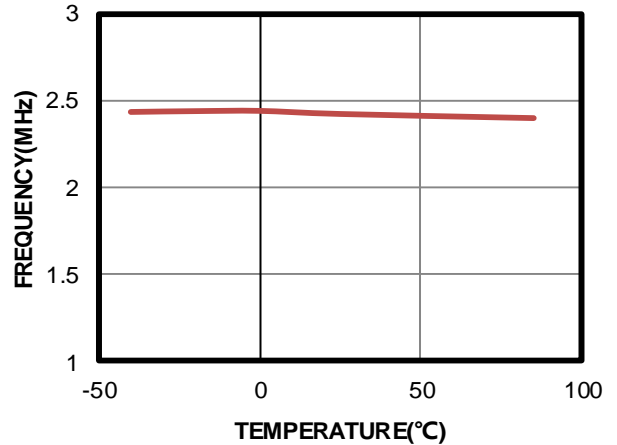
$V_{IN} = 3.6V$



电流限 vs. 温度



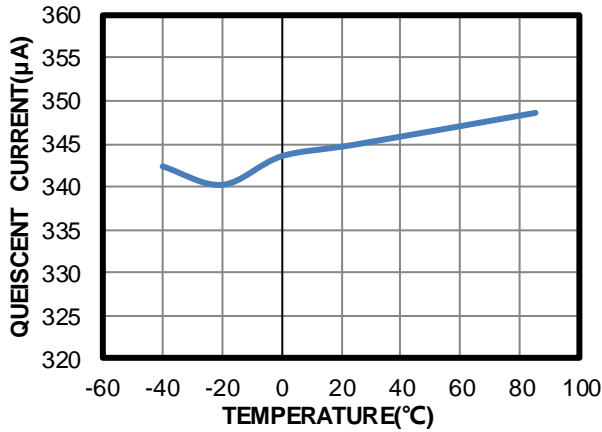
频率 vs. 温度



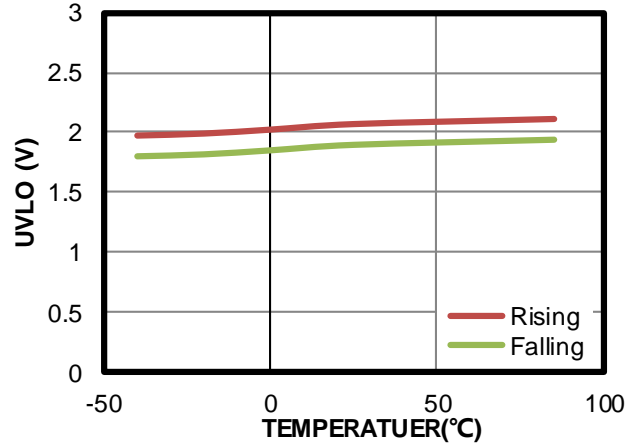
典型性能特性 (续表)

测试条件为 $V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $C_o = 22\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, 另有注明除外。

静态电流 vs. 温度

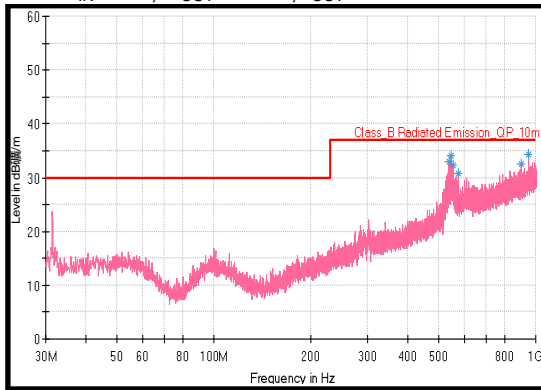


输入欠压保护(V_{IN} UVLO) 阈值 vs. 温度



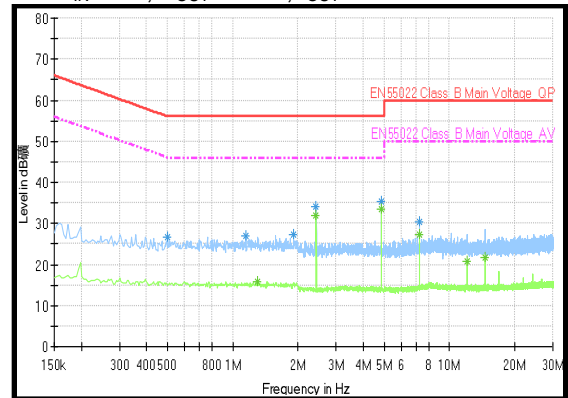
辐射 EMI

$V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $I_{OUT} = 1A$



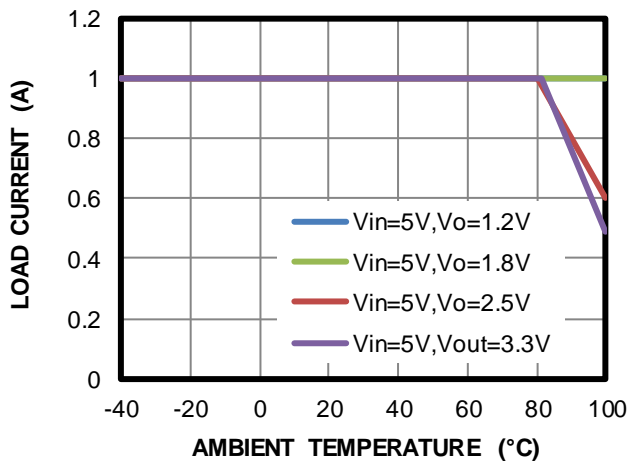
传导 EMI

$V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $I_{OUT} = 1A$



温度降额曲线

空气流动 = 0.5m/s

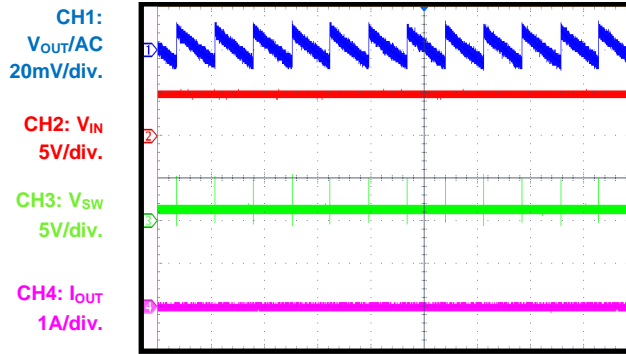


典型性能特性 (续表)

测试条件为 $V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $C_o = 22\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, 另有注明除外。

稳态

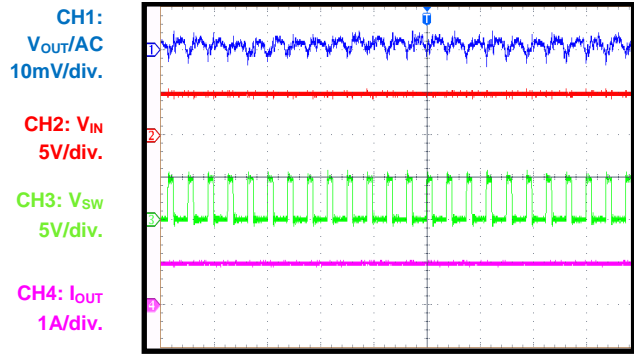
$I_{OUT} = 0A$



40ms/div.

稳态

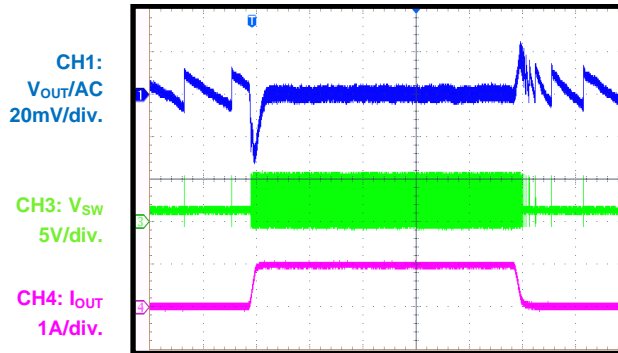
$I_{OUT} = 1A$



1μs/div.

瞬态响应

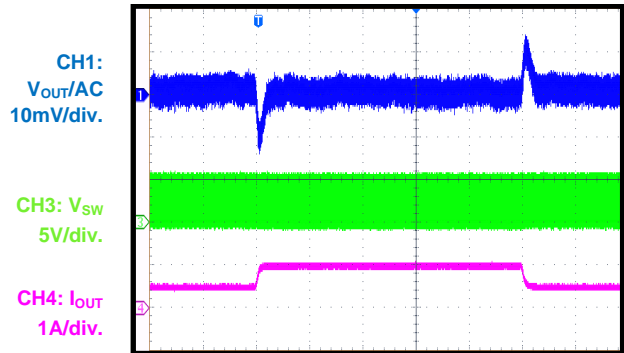
$I_{OUT} = 0 - 1A$



100μs/div.

瞬态响应

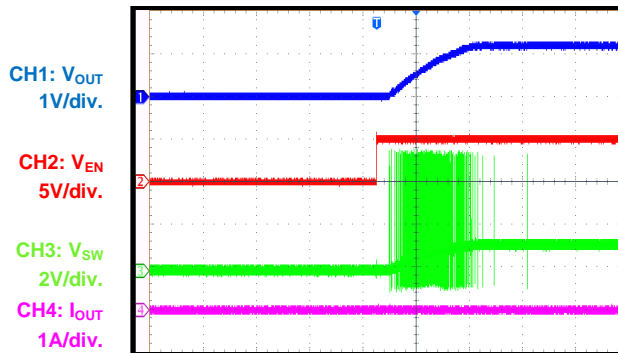
$I_{OUT} = 0.5 - 1A$



100μs/div.

EN 开启

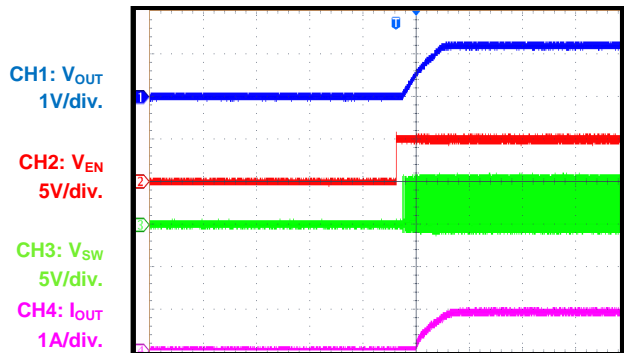
$I_{OUT} = 0A$



400μs/div.

EN 开启

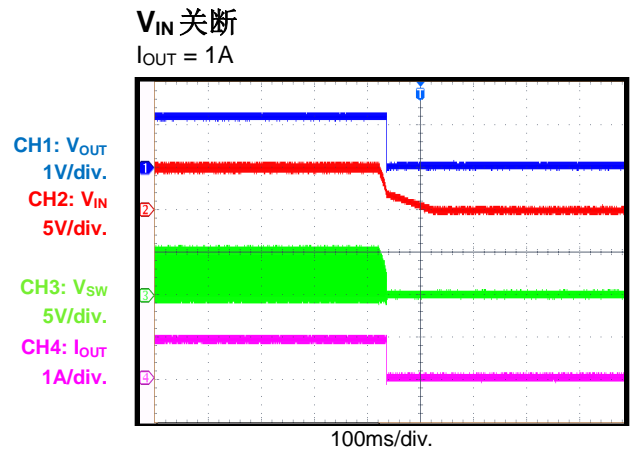
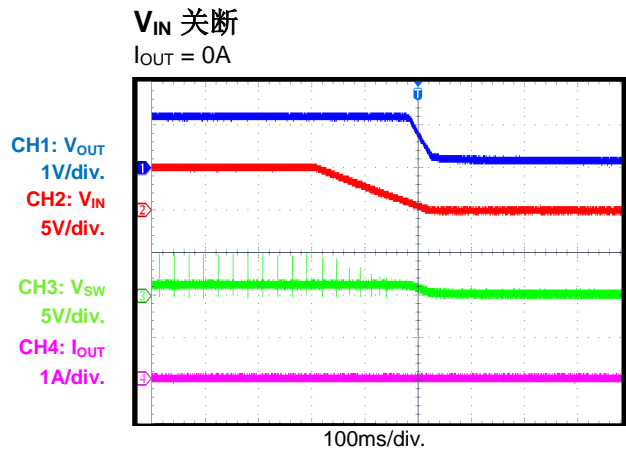
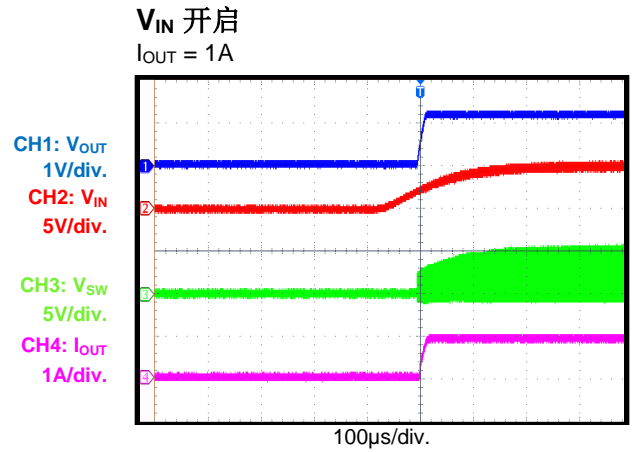
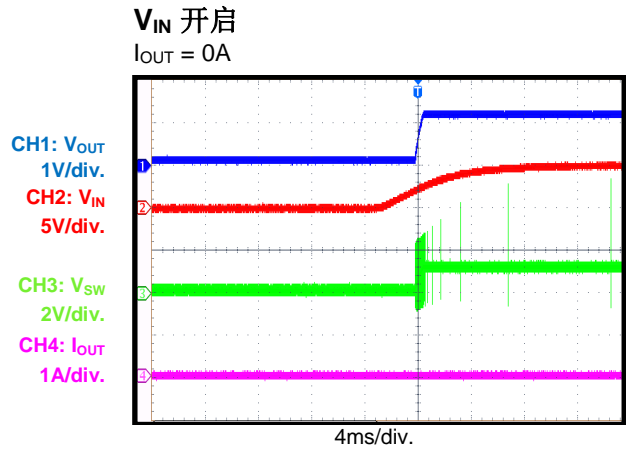
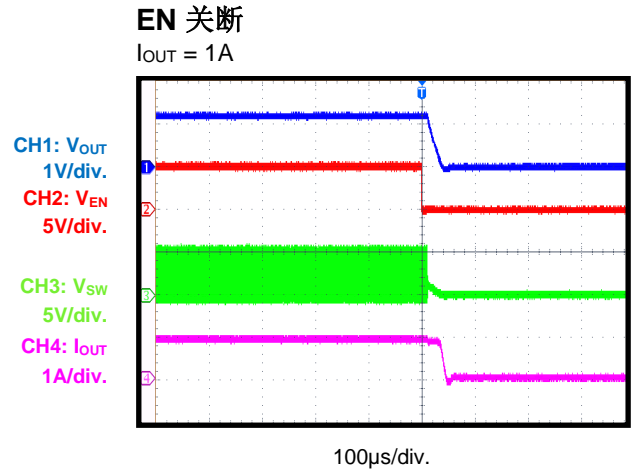
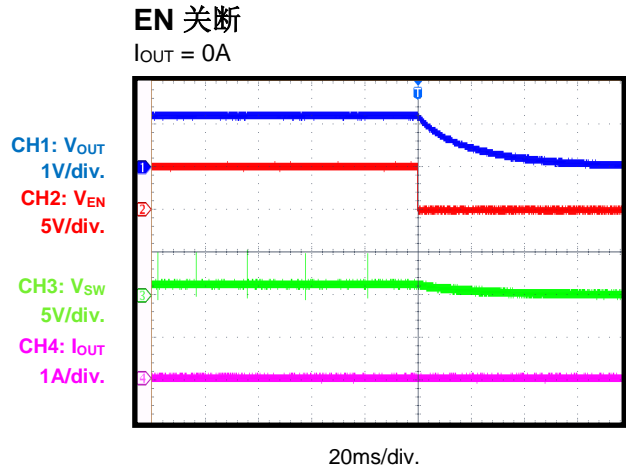
$I_{OUT} = 1A$



800μs/div.

典型性能特性 (续表)

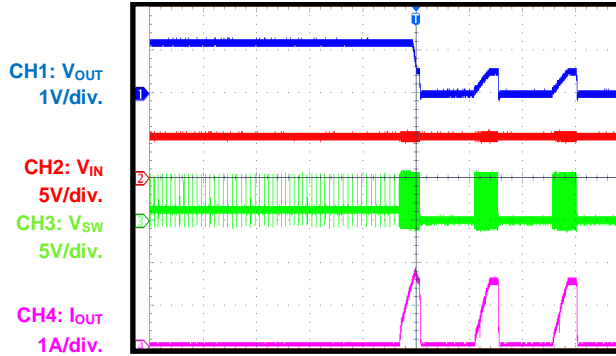
测试条件为 $V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $C_o = 22\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, 另有注明除外。



典型性能特性 (续表)

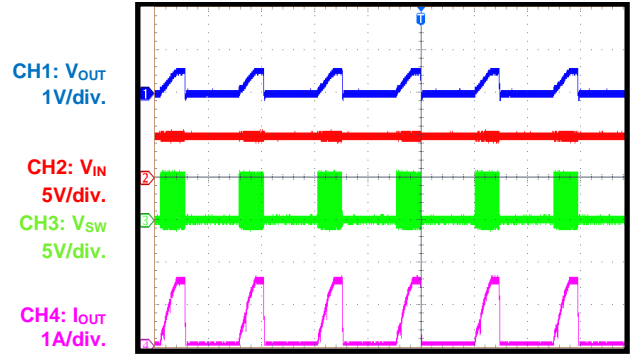
测试条件为 $V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $C_o = 22\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, 另有注明除外。

进入短路保护



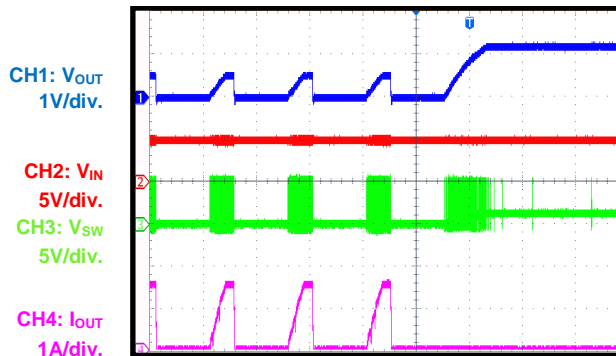
800µs/div.

短路稳态



800µs/div.

短路保护恢复



800µs/div.

功能框图

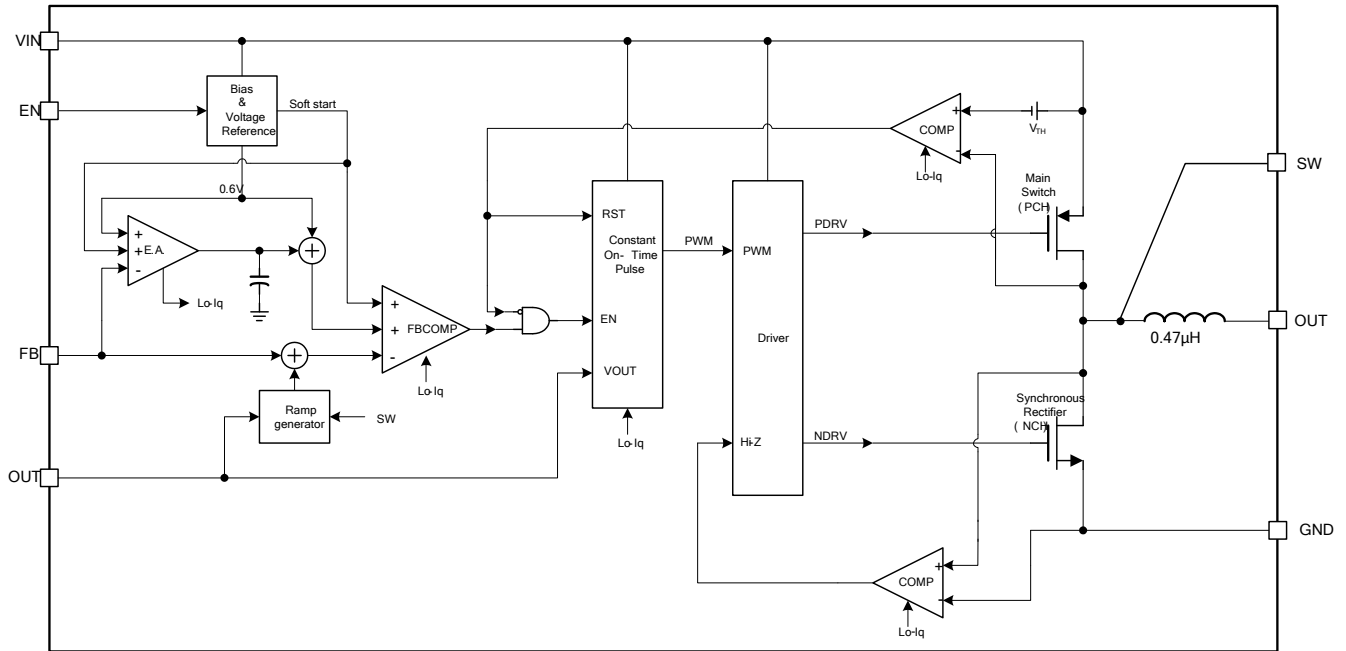


图 1: 功能框图

工作原理

MPM3811 采用具有输入电压前馈功能的恒定导通时间 (COT) 控制模式来稳定整个输入电压范围内的开关频率。在 2.3V 至 5.5V 的输入电压范围内, MPM3811 可实现 1A 的连续输出电流, 且具有极好的负载和线性调整率。输出电压可调节低至 0.6V。

恒定导通时间 (COT) 控制模式

与固定频率的脉宽调制 (PWM) 控制相比, COT 控制提供了更简单的控制环路和更快的瞬态响应。通过使用输入电压前馈, MPM3811 可在输入和输出电压范围内保持几乎恒定的开关频率。开关脉冲导通时间可以根据以下公式 (1) 计算得出:

$$T_{ON} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \cdot 0.455\mu s \quad (1)$$

为防止负载瞬态期间电感电流流失, MPM3811 的最小关断时间可设为 60ns。此最小关断时间限制无论何时都不会影响稳态下的工作。

轻载时的高级异步调制 (AAM) 模式

MPM3811 在轻载时使用高级异步调制 (AAM) 节电模式以及电流过零检测 (ZCD) 电路 (见图 2)。AAM 电流 (I_{AAM}) 通过内部设置。轻载时, 开关导通时间由导通时间发生器和 AAM 比较器决定。

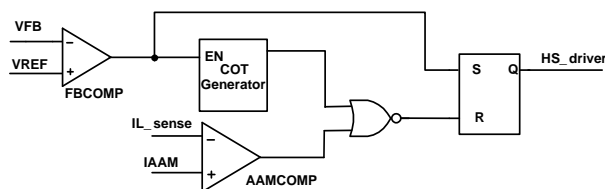


图 2: 简化的 AAM 控制逻辑

MPM3811 使用 ZCD 来确定电感器电流何时开始反向流动。当电感器电流达到 ZCD 阈值时, 下管开关关断。即使 V_{OUT} 接近 V_{IN} , AAM 和 ZCD 电路也可以使 MPM3811 在轻载时持续工作在非连续导通模式 (DCM)。

使能 (EN)

当输入电压大于欠压锁定保护 (UVLO) 阈值时 (通常为 2V), 可以通过将 EN 拉高至超过 1.2V 来使能 MPM3811。悬空 EN 引脚或将之接地可使 MPM3811 停止工作。EN 引脚与地之间有一个内部 1.7MΩ 电阻。

当模块停止工作时, 会自动进入输出放电模式。内部放电 MOSFET 为输出电容提供了阻性放电路径。

软启动 (SS)

MPM3811 具有内置软启动 (SS) 功能, 可在受控斜率下提升输出电压, 以避免启动时过冲。软启动时间通常约为 0.5ms。

限流保护

MPM3811 具有典型的 1.7A 上管限流保护。当上管电流达到此限流值时, MPM3811 进入打嗝 (Hiccup) 保护模式, 直到电流回落。这样可以避免电感器电流持续上升而损坏器件。

短路以及恢复

MPM3811 达到电流限后进入短路保护 (SCP) 模式, 并尝试通过打嗝保护模式恢复。设备会首先关断输出, 对软启动电容进行放电, 并自动尝试再次软启动。如果软启动结束后仍存在短路条件, 设备会重复此操作直至短路条件消除, 且输出稳定至正常水平。

应用信息

设置输出电压

输出电压由外部分压电阻设置（请见第 15 页中的“典型应用”）。通常选择 40kΩ- 200kΩ 的反馈电阻（R1）以降低 V_{OUT} 漏电流。反馈电阻值的大小并没有严格要求。对大多数应用而言， $R1 > 10k\Omega$ 均可取。可根据公式(2) 计算得出 R2:

$$R2 = \frac{R1}{\frac{V_{out}}{0.6} - 1} \quad (2)$$

图 3 为反馈电路图。

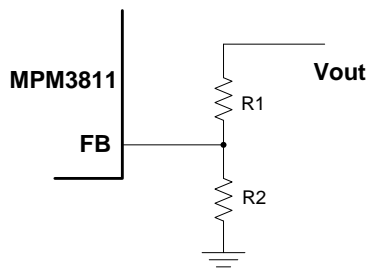


图 3: 反馈网络

表 1 列出了常见输出电压的推荐电阻值。

表 1: 常见输出电压的电阻值

V_{OUT} (V)	R1 (kΩ)	R2 (kΩ)
1.0	56.2 (1%)	84.5 (1%)
1.2	82 (1%)	82 (1%)
1.8	82 (1%)	41.2 (1%)
2.5	82 (1%)	26.1 (1%)
3.3	82 (1%)	18 (1%)

选择输入电容

由于降压变换器的输入电流为不连续电流，因此需要一个输入电容，在保持直流输入电压的同时，还能降压变换器提供交流电流。使用低 ESR 电容可获得最佳性能。强烈建议使用 X5R 或 X7R 电介质陶瓷电容，以实现低 ESR 和小温度系数。在大多数应用中，选用 10μF 输入电容即可。

输入电容要求有足够的纹波电流额定值，以吸收输入开关电流。流经输入电容的 RMS 电流可根据以下公式 (3) 估算得出:

$$I_{C1} = I_{LOAD} \times \sqrt{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)} \quad (3)$$

当 $V_{IN} = 2V_{OUT}$ 时产生最坏情况，如公式 (4) 显示:

$$I_{C1} = \frac{I_{LOAD}}{2} \quad (4)$$

为简单起见，请选择额定 RMS 电流超过最大负载电流一半的输入电容。

输入电容可以是电解、钽或陶瓷电容。当采用电解或钽电容电容时，应尽量靠近芯片放置一个高品质小型陶瓷电容（例如 0.1μF）。当采用陶瓷电容电容时，确保其容量足够大，以提供足够的电荷来防止过多的输入电压纹波。由电容引起的输入电压纹波可以根据以下公式 (5) 估算出:

$$\Delta V_{IN} = \frac{I_{LOAD}}{f_s \times C1} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \quad (5)$$

选择输出电容

需要一个输出电容 (C2) 来稳定直流输出电压。推荐使用低 ESR 陶瓷电容来限制输出电压纹波。输出电压纹波可根据公式 (6) 估算得出:

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{f_s \times L_1} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \times \left(R_{ESR} + \frac{1}{8 \times f_s \times C2}\right) \quad (6)$$

其中 L_1 为电感值， R_{ESR} 为输出电容的等效串联电阻 (ESR) 值。MPM3811 内部封装了一颗 0.47μH 功率电感。

如果采用陶瓷电容，电容容值将主导在开关频率处的阻抗，输出电压纹波和与之关系密切。

为简化计算, 可以通过公式 (7) 估算出输出电压纹波:

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{8 \times f_s^2 \times L_1 \times C2} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \quad (7)$$

如果采用钽或电解电容, 则 ESR 主导开关频率处的阻抗。为简化计算, 可以通过公式 (8) 估算出输出电压纹波:

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{f_s \times L_1} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \times R_{ESR} \quad (8)$$

输出电容的特性也会影响系统的稳定性。通常, 大多数应用中采用一个 10 μ F 输出电容即可。可以增加一个 22 μ F 输出电容来实现低输出电压纹波。

PCB 布局指南

有效的布局对开关电源工作的稳定性至关重要。较差的布局设计会导致较差的线性和负载调整率, 还会带来稳定性问题。为获得最佳效果, 请参考图 4 和图 5, 并遵循以下指南:

1. 确保大电流走线 (GND 和 IN) 短、直、宽, 且非常靠近设备。
2. 确保输入电容尽可能靠近 IN 和 GND。
3. 将外部反馈电阻紧挨着 FB 放置。

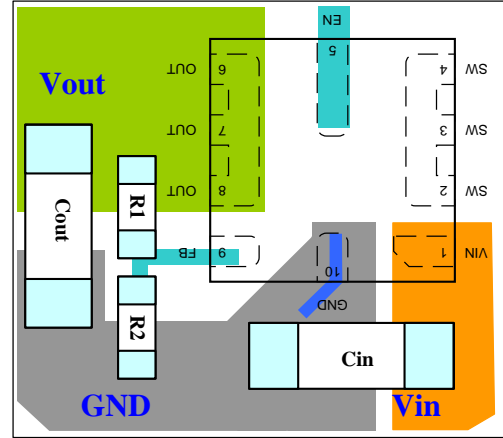


图 4: 单层 PCB 布局

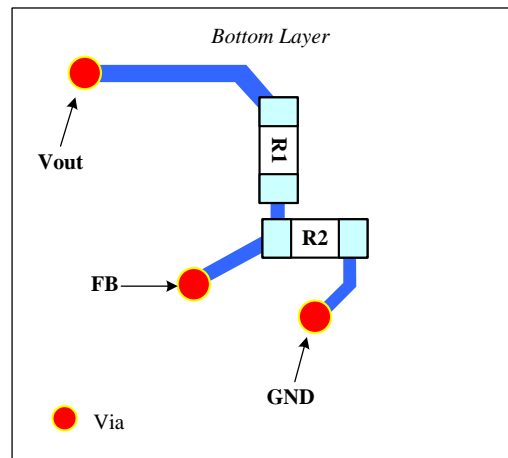
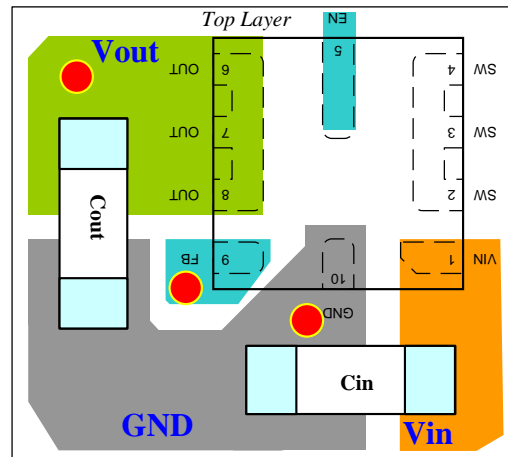


图 5: 双层 PCB 布局

典型应用电路

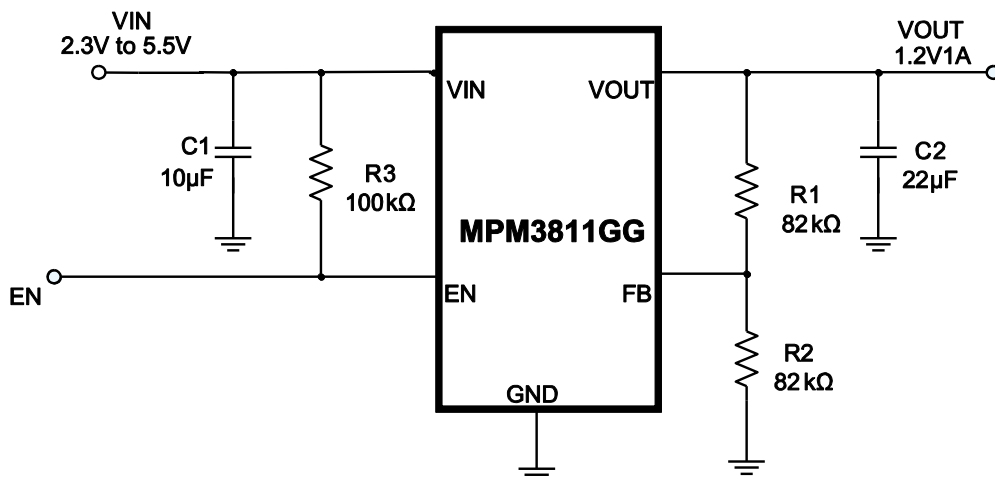


图 6: MPM3811GG 典型应用电路

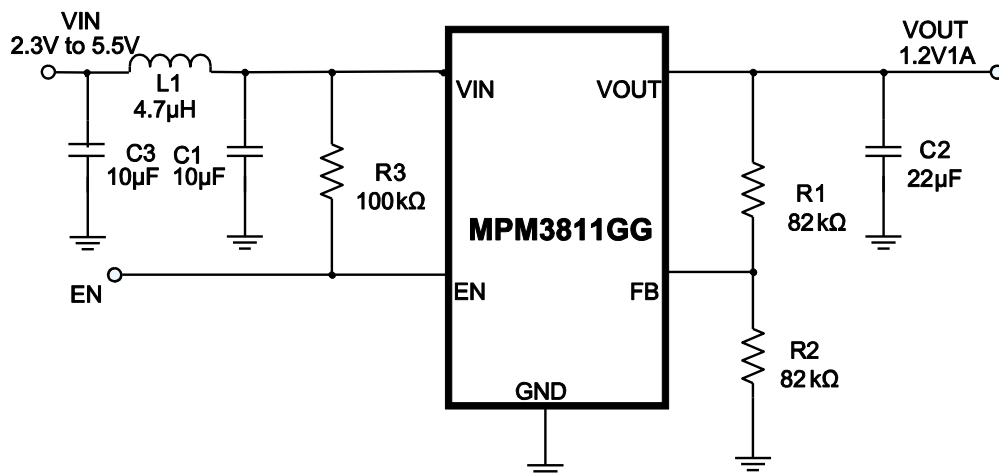
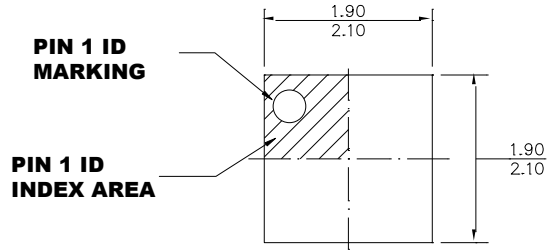
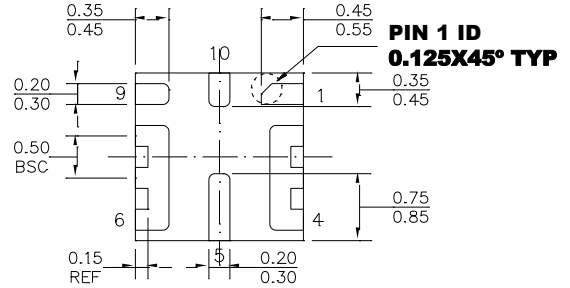
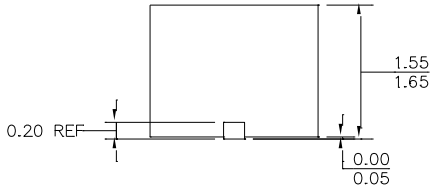
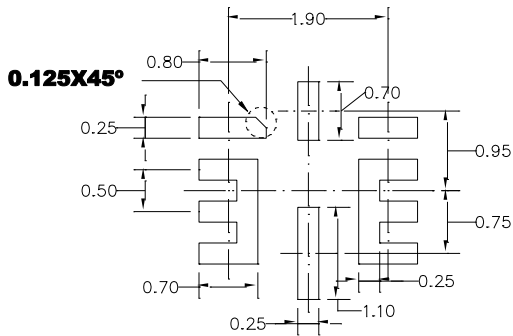
 注: $V_{IN} > V_{OUT}$.


图 7: EN55022 Class B 的 EMI 典型应用电路

 注: $V_{IN} > V_{OUT}$.

封装信息

QFN-10 (2mmx2mmx1.6mm)


TOP VIEW

BOTTOM VIEW

SIDE VIEW

RECOMMENDED LAND PATTERN
NOTE:

- 1) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- 2) LEAD COPLANARITY SHALL BE 0.10 MILLIMETERS MAX.
- 3) JEDEC REFERENCE IS MO-220.
- 4) DRAWING IS NOT TO SCALE.

注：本文中信息如有变更，不再另行通知。用户应确保其对 MPS 产品的具体应用不侵犯他人知识产权。MPS 不对此类应用承担任何法律责任。