MP150

离线原边调节器
用于低功率应用

描述

MP150 是一款原边调节器，可以在无光耦合器的条件下提供精确的恒压（CV）调节。MP150 支持降压、升降压、升压和反激拓扑。它内部集成了 500V MOSFET，可简化结构，节约成本，是离线低功率应用的理想之选，如家用电器和备用电源。

MP150 是一款绿色节能型调节器。当负载减轻，它的峰值电流和开关频率均会随之降低，这种特性使其在轻载时能达到极高的效率，有效地提升了芯片的整体平均效率。

MP150 具备多种保护功能，包括热保护（TSD）、VCC 欠压锁定保护（UVLO）、过载保护（OLP）、短路保护（SCP）和开环保护。

MP150 有 TSOT23-5 和 SOIC8 两种封装可选。

特性

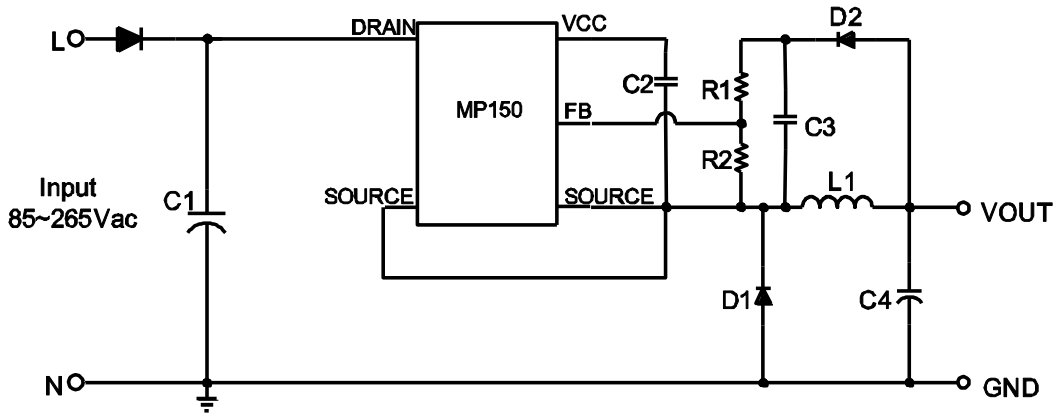
- 原边恒压（CV）控制，支持降压、升降压、升压和反激拓扑
- 集成了 500V/30Ω MOSFET
- < 150mW 空载功耗
- 高达 2W 输出功率
- 最大 DCM 输出电流 120mA
- 最大 CCM 输出电流 200mA
- 频率折叠
- 最大频率限值
- 峰值电流调节
- 内部高压启动电流源

应用

- 家用电器、白色家电和消费类电子
- 工业控制
- 备用电源

所有 MPS 芯片都保证无铅，无卤素，并且遵守 RoHS 规范。如需要查询具体芯片环保等级，请访问 MPS 官网之质量保证“MPS”和“The Future of Analog IC Technology”是 MPS 的注册商标。

典型应用



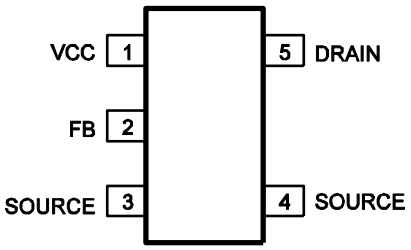
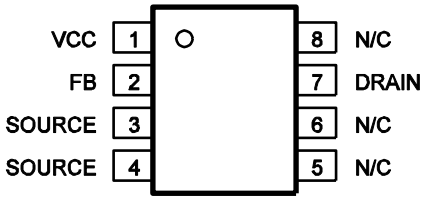
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

订购信息

产品型号*	封装	顶标
MP150GJ	TSOT23-5	ADG
MP150GS	SOIC8	MP150

*对于编带和卷盘，请添加后缀–Z（例如 MP150GJ–Z）；
*对于编带和卷盘，请添加后缀–Z（例如 MP150GS–Z）；

参考封装

顶视图	顶视图
	
TSOT23-5	SOIC8

绝对最大额定值(1)

漏极电压 .....-0.7V 至 500V
所有其他引脚 .....-0.7V 至 6.5V
连续耗散功率 (T_A = +25°C) (2)
TSOT23-5.....1W
SOIC-8 .....1W
结温度.....150°C
引脚温度 .....260°C
存储温度 ..... -60°C 至 +150°C
ESD 人体模型防静电能力 4.0kV
ESD 机器模型防静电能力 200V

推荐工作条件(3)

工作结温(T_J) ..... -40°C 至 +125°C
VCC 工作范围.....5.3V 至 5.6V

热阻 (4)

	θ_{JA}	θ_{JC}	
TSOT23-5	100	55	°C/W
SOIC8	96	45	°C/W

注：

1) 超过这些限定值可能会损坏芯片。
2) 最大允许功耗是最大结温 T_J (MAX)、结温-环境热阻 θ_{JA} 和环境温度 T_A 的函数。任何环境温度下允许的最大连续耗散功率由 P_D (MAX) = (T_J (MAX)-T_A)/θ_{JA} 计算。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) 设备不能保证在其工作条件之外运行。
4) 上述数据是在 JESD51-7（4 层板）上测量所得。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

电气特性

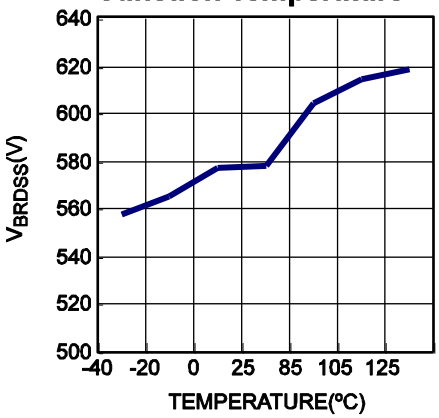
除非另有说明，以下皆在 V_{CC} = 5.8V, T_A = 25°C 条件下测试得出。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
启动电流源（漏极引脚）						
内部电流源供电电流	$I_{regulator}$	VCC=4V;V_{Drain}=100V	2.5	3.5	4.5	mA
漏极引脚漏电流	I_{Leak}	VCC=5.8V;V_{Darin}=400V		10	12	μA
击穿电压	$V_{(BR)DSS}$		500			V
供电电压管理（VCC 引脚）						
内部电流源关断时 VCC 电平（上升）	VCC_{OFF}		5.4	5.6	5.8	V
内部电流源开通时 VCC 电平（下降）	VCC_{ON}		5.1	5.3	5.6	V
控制内部电流源开通与关断的 VCC 迟滞				250		mV
IC 停止工作时 VCC 电平（下降）	VCC_{stop}			3.4		V
保护模式结束时 VCC 电平（下降）	VCC_{pro}			2.4		V
内部 IC 损耗	I_{CC}	VCC=5.8V, f_s=37kHz, D= 40%			430	μA
内部 IC 损耗（无开关时）	I_{CC}				300	μA
锁定关闭后内部 IC 损耗	$I_{CCLATCH}$	VCC=5.3V		16		μA
内部 MOSFET（漏极引脚）						
击穿电压	V_{BRDSS}		500			V
通态电阻	R_{on}			30		Ω
内部电流检测						
峰值电流限值	I_{Limit}		260	290	345	mA
前沿消隐时间	τ_{LEB1}			350		ns
SCP 阈值	I_{SCP}			450		mA
SCP 前沿消隐时间	τ_{LEB2}			180		ns
反馈输入（FB 引脚）						
最小关断时间	τ_{minoff}		15	18	21	μs
原边 MOSFET 开通时的反馈电压阈值	V_{FB}		2.45	2.55	2.65	V
OLP 触发时反馈电压阈值	V_{FB_OLP}			1.7		V
OLP 延迟时间	τ_{OLP}	f_s=37kHz		170		ms
开环检测电压	V_{OLD}			60		mV
热保护						
热保护阈值				150		ºC

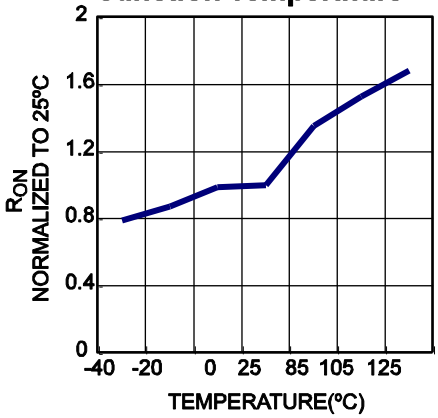
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

典型特性

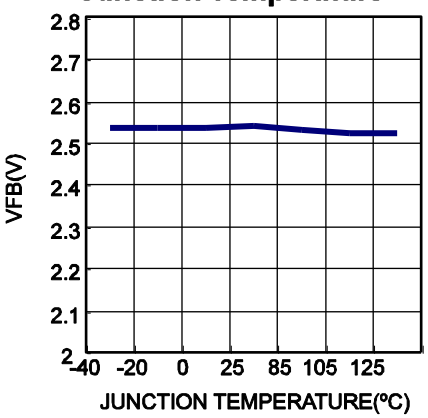
Breakdown Voltage vs. Junction Temperature



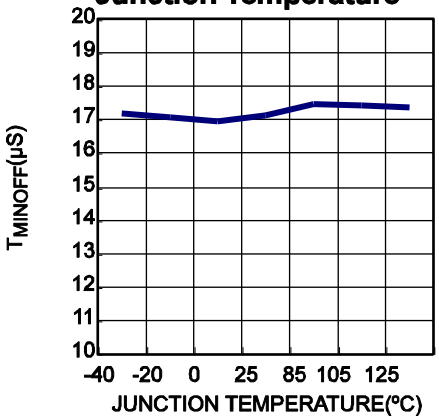
On-State Resistance vs. Junction Temperature



Feedback Voltage vs. Junction Temperature



Minimum Off Time vs. Junction Temperature

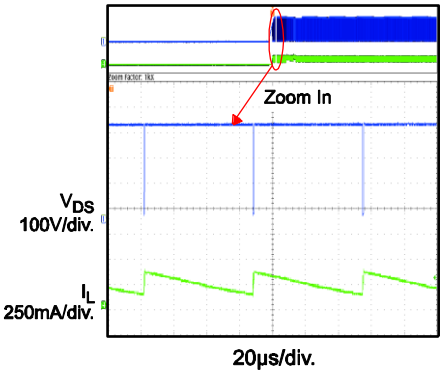


MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

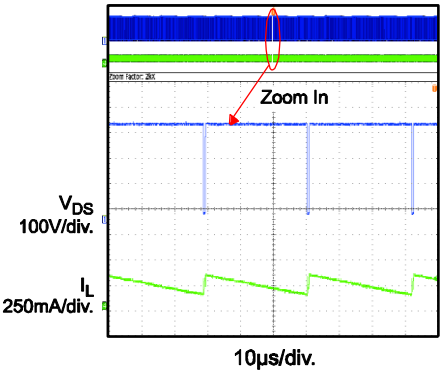
典型性能特性

除非另有说明，以下波形皆在 V_{IN} = 265VAC, V_{OUT} = 5V, I_{OUT} = 200mA, L = 1mH, C_{OUT} = 100µF, T_A = +25°C 条件下测试得出。

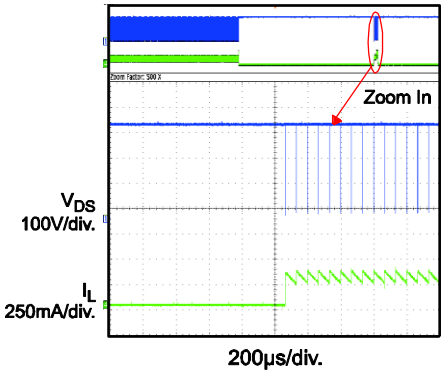
Start Up



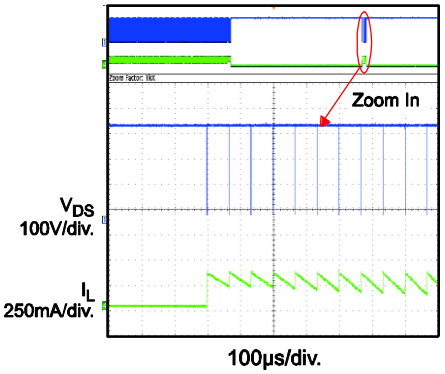
Normal Operation



SCP



Open Loop Protection

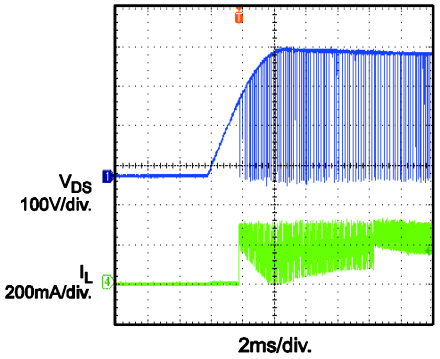


MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

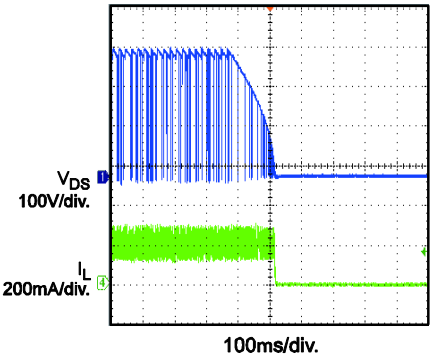
典型性能特性（*续表*）

除非另有说明，以下皆在 V_{IN} = 230VAC, V_{OUT} = 5V, I_{OUT} = 200mA, L = 1mH, C_{OUT} = 100µF, T_A = +25°C 条件下测试得出。

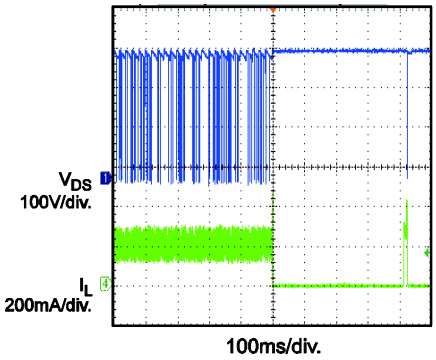
Input Power Start Up



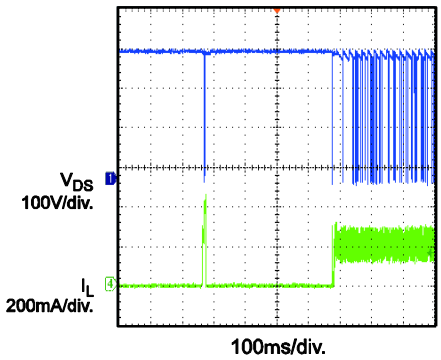
Input Power Shut Down



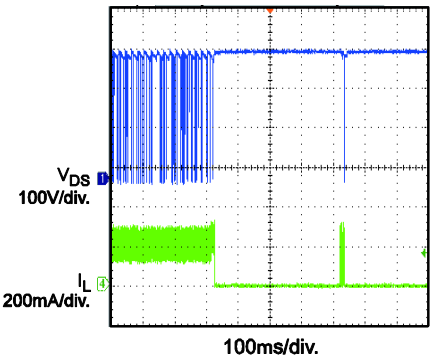
SCP Entry



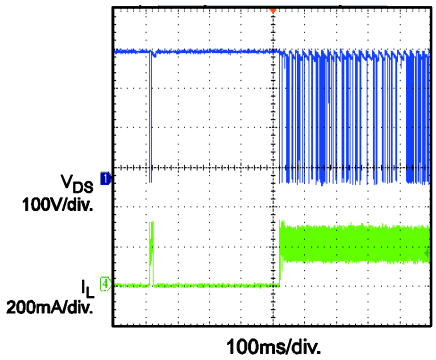
SCP recovery



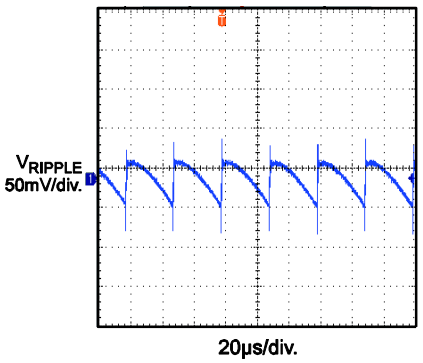
Open Loop Entry



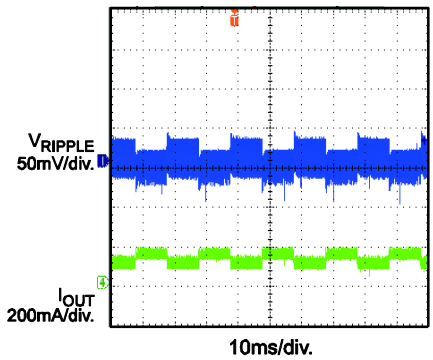
Open Loop Recovery



Output Voltage Ripple



Load Transient



MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

引脚功能

引脚 # TSOT23-5	引脚 # SOIC8	名称	描述
1	1	VCC	控制电路电源供电。
2	2	FB	调节器反馈。
3,4	3,4	SOURCE	内部功率MOSFET源极。VCC和FB引脚的接地参考。
5	7	DRAIN	内部功率MOSFET漏极。高压电流源输入。
	5,6,8	N/C	无连接。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

功能框图

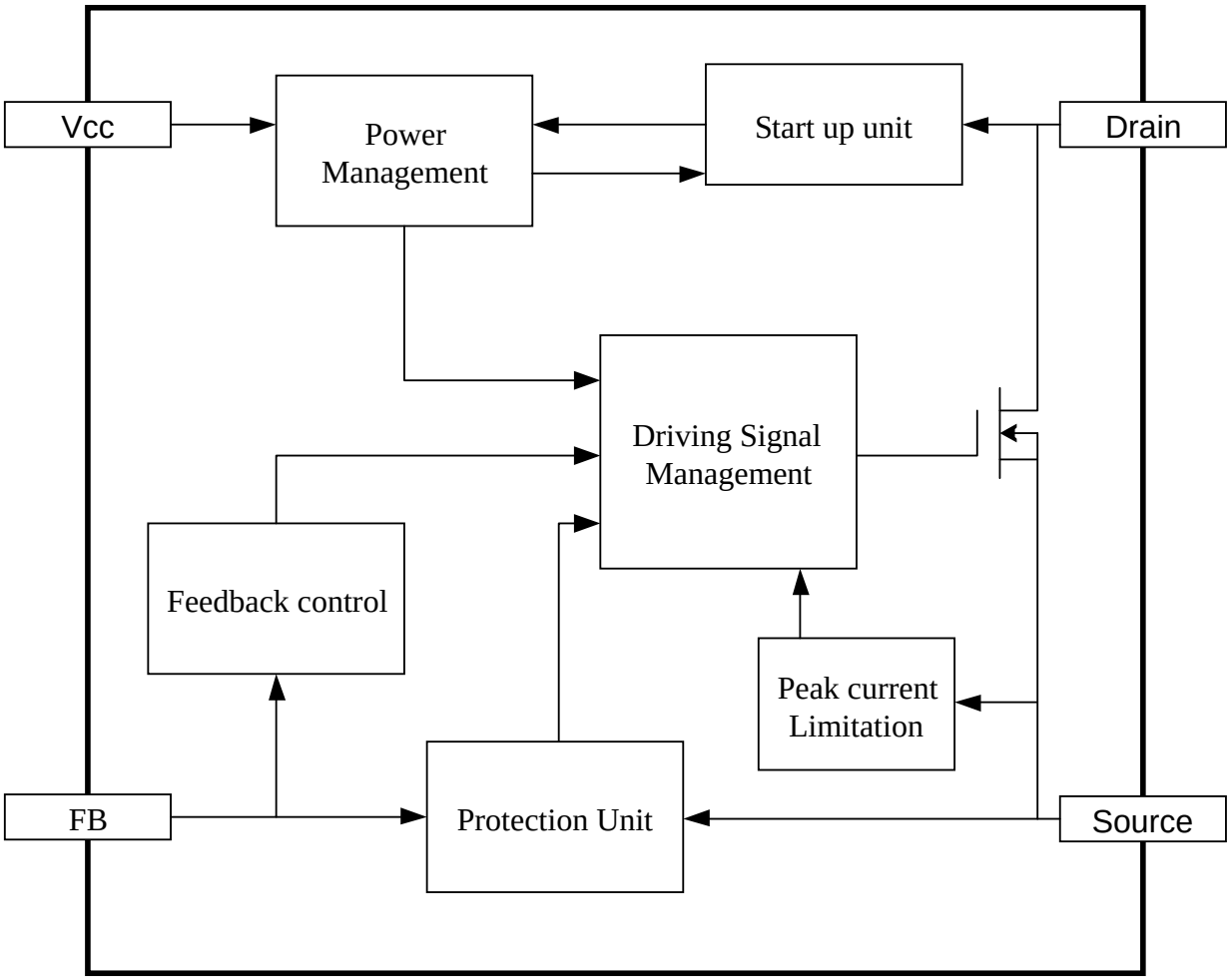


图 1：功能框图

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

运行原理

MP150是一款绿色节能型调节器。当负载减轻时，峰值电流和开关频率均会随之降低。这种特性使其在轻载时能达到极高的效率，从而有效地提升电路的平均效率。典型应用图所示，MP150仅需极少的外部元器件。更多其他特性，请见以下章节。

启动和欠压锁定

内部高压电流源实现自供电功能，它从漏极引脚给 IC 供电。当 VCC 电压达到 5.6V 时，IC 开启开关且内部高压电流源关闭。当 VCC 电压降至 5.3V 以下时，内部高压电流源开启给外部 VCC 电容充电。使用几 μF 的小电容来稳定 VCC 电压，从而降低电容成本。

当 VCC 电压降至 3.4V 以下时，IC 停止开关动作，然后内部高压电流源给 VCC 电容器充电。

在故障情况下，如过载保护、短路保护和过温保护时，IC 停止开关动作且有一个内部电流源（16μA）给 VCC 电容器放电。直到 VCC 电压降至 2.4V 以下，内部高压电流源才会再次给 VCC 电容器充电。可使用以下公式估算出重启时间：

$$t_{restart} = C_{VCC} \times \frac{V_{CC} - 2.4V}{16uA} + C_{VCC} \times \frac{5.6V - 2.4V}{3.5mA}$$

图 2 为 VCC 欠压锁定保护时的典型波形图。

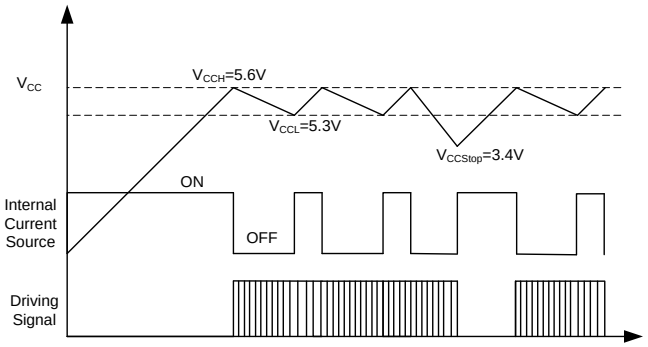


图 2：VCC 欠压锁定

恒压工作

当 MP150 用于 Buck 方案中时，相当于一个全集成调节器，正如第一页典型应用中所示。

在每个周期初始时刻，反馈电压下降到 2.5V 基准电压以下，表明输出电压不足，集成 MOSFET 导通。峰值电流限值决定了开启（ON）时间。到达开启（ON）时间后，集成 MOSFET 关闭。

当续流二极管（D1）导通时，采样电容器（C3）的电压被充电至输出电压值。

这样，采样电容器电压随输出电压的变化而变化。采样电容器可以采样并保持输出电压用以调节输出电压。电感器电流低于输出电流后，采样电容器电压降低。

当反馈电压低于基准电压（2.5 V）时，开始一个新的开关周期。

图 3 显示了 CCM 下的详细工作时序图。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

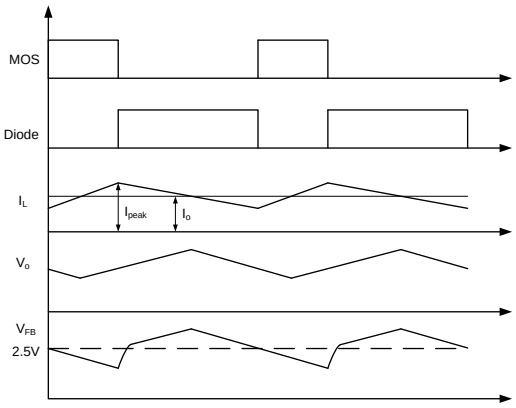


图 1: V_{FB} vs V_{OUT}

根据以下公式计算采样电容器调节的输出电压值：

$$Vo = 2.5V \times \frac{R1+R2}{R2}$$

频率折叠

在轻载或空载的情况下，输出电压下降非常缓慢，这样 MOSFET 开启的间隔时间加长，即频率会随着负载的减小而降低。所以 MP150 在轻载时可以通过自动减少开关频率来维持高效率。

开关频率计算公式为：

$$f_s = \frac{(V_{in}-V_o)}{2L(I_{peak}-I_o)} \cdot \frac{V_o}{V_{in}}$$，用于 CCM

$$f_s = \frac{2(V_{in}-V_O)}{LI^2_{peak}} \cdot \frac{I_o V_o}{V_{in}}$$，用于 DCM

同时，随着关断（OFF）时间的增加，峰值电流限值也从 290mA 逐步下降。在待机模式下，频率和峰值电流都降低到最小值，以便使用较小的假负载。因此，峰值电流调节有助于减少空载损耗。可以通过以下公式计算峰值电流，其中 τ_{off} 指 MOSFET 的关断时间：

$$I_{Peak} = 290mA - (1mA/\mu s) \times (\tau_{off} - 18\mu s)$$

最小关断时间限制

MP150 具有最小关断时间限制。正常工作情况下，最小关断时间限制为 18μs；启动时，最小关断时间限制从 72μs 逐步缩短至 36μs 再至 18 μs（见图 4）。每个最小关断时间均有 128 个开关周期。此软启动功能可保证安全启动。

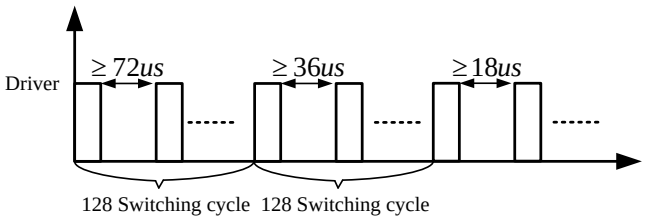


图 4：启动时的 t_{minoff}

EA 补偿

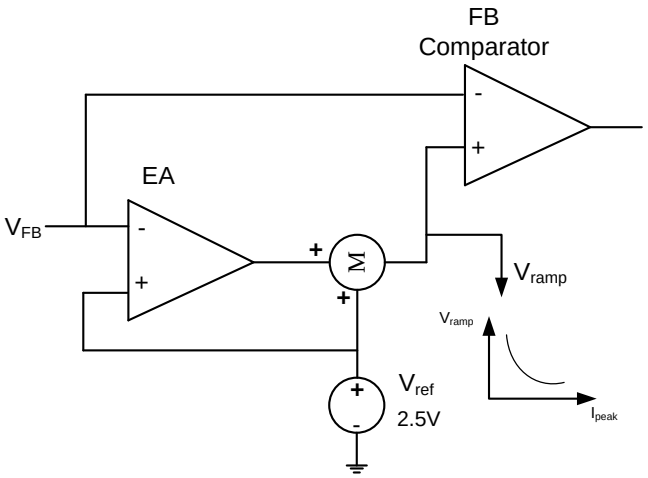


图 5：EA 和斜坡补偿

MP150 具有基于误差放大器（EA）的补偿功能以提高负载调整率（图 5）。在 MOSFET 关断 6μs 后，MP150 对反馈电压进行采样，并对 2.5V 电压基准进行调节，从而提升输出调整率。

斜坡补偿

MP150 采用内部斜坡补偿电路来精确维持输出电压。如图 5 所示，额外的指数变化的电压信号被施加在反馈比较器的基准电压上，它用来降低反馈比较器的基准电压。

斜坡补偿随着负载条件变化：在满载条件下，补偿大约为 1mV/μs，随着负载的减小，补偿电压呈指数增长。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

过载保护（OLP）

随着负载的加重，峰值电流和开关频率也会随之提高。当开关频率和峰值电流达到最大极限时，如果负载仍持续增加，输出电压将开始下降。FB 电压则会降至 OLP 阈值以下。

通过持续监测 FB 电压，当 FB 电压降至故障标志阈值 1.7V 以下时，定时器启动。如果计时器达到 170ms（f_a =37kHz），则会触发过载保护（OLP）。
过载保护延迟时间可以避免电源启动或负载转换时误触发过载保护（OLP）。因此，电源启动应小于 170ms （f_S=28kHz）。不同的开关频率（f_s）会产生不同的过载保护延迟时间，OLP 延迟时间按以下公式计算：

$$\tau_{Delay} \approx 170ms \times \frac{37kHz}{fs}$$

短路保护（SCP）

当峰值电流上升至短路保护阈值 450mA 以上时，MP150 关断电源。一旦故障解除，电源恢复正常工作。

热保护（TSD）

为防止任何过热引起的损坏，当内部温度超过 150°C 时，MP150 停止开关操作。热保护（TSD）期间，VCC 电容器放电至 2.4V，然后内部高压调节器重新充电 VCC。

开环检测

如果 V_{FB} 降至低于 60mV，IC 将停止工作并重启。在软启动过程中，开环检测被屏蔽 128 个开关周期。

前沿消隐

IC 内的电流检测电阻器与电流比较器输入之间内部前沿消隐（LEB）模块避免了由于寄生电容所引起的开关提前终止。在消隐时间内，电流比较器被屏蔽，不能关闭外部 MOSFET。图 6 显示了前沿消隐的工作机制。

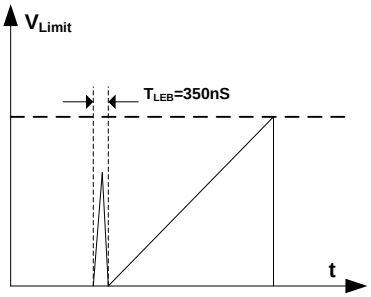
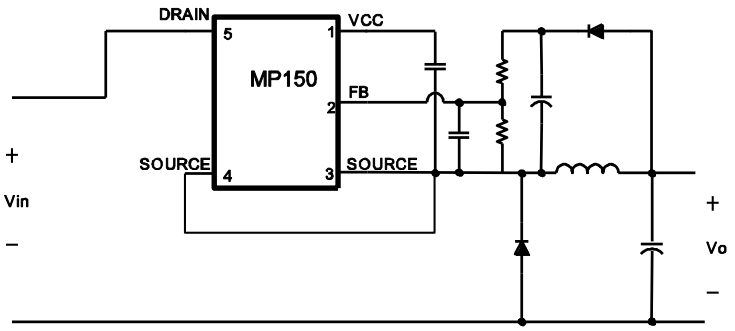
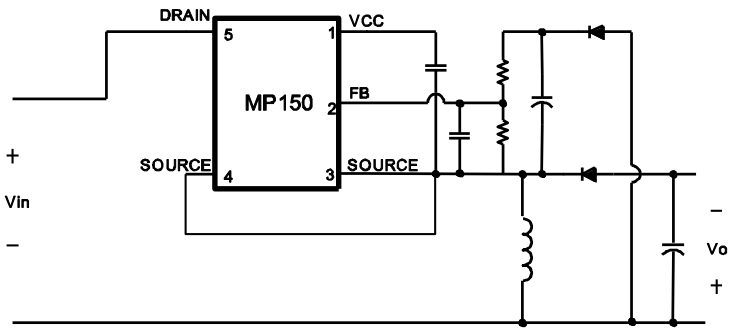
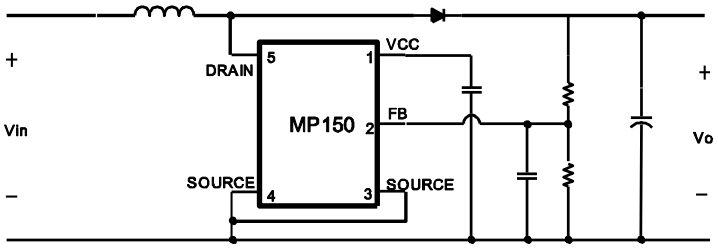
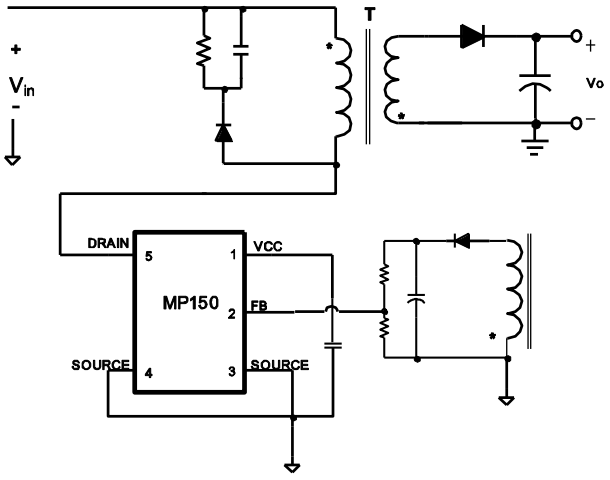


图 6：前沿消隐

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

应用信息

表 1.使用 MP150 的常见拓扑结构

拓扑	电路原理图	特性
高端 降压		1. 非隔离式 2. 正电压输出 3. 低成本 4. 直接反馈
高端 升降压		1. 非隔离式 2. 负电压输出 3. 低成本 4. 直接反馈
升压		1. 非隔离式 2. 正电压输出 3. 低成本 4. 直接反馈
反激		1. 隔离式 2. 正电压输出 3. 低成本 4. 间接反馈

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

拓扑选项

MP150 可用于常见的拓扑结构，如降压、升降压、升压和反激。更多信息，请见表 1。

部件选择

输入电容器

输入电容器为转换器提供直流输入电压。图 7 显示了典型半波整流器直流总线电压波形图。

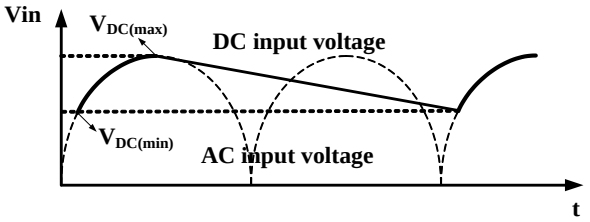


图 7：输入电压波形图

通常，全电压输入条件下，半波整流器需要一个 3uF/W 额定值的输入电容器。当使用全波整流器时，需选择一个小的输入电容器，但最小直流电压不得低于 70V，以免触发过温保护。

电感器

MP150 具有最小关断时间限制，决定了最大输出功率。最大输出功率随着电感量的增加而增大。使用一个电感量非常小的电感器可能会造成满载时故障，但使用较大的电感器也意味着更高的 OLP 负载。故在能够提供额定功率输出的条件下，建议选择具有较小电感量的电感器。最大输出功率可根据以下公式估算出：

$$P_{omax} = V_o(I_{peak} - \frac{V_o \tau_{minoff}}{2L}), \text{用于 CCM}$$

$$P_{omax} = \frac{1}{2} L I_{peak}^2 \cdot \frac{1}{\tau_{minoff}}, \text{用于 DCM}$$

应考虑到转换器的参数-例如峰值电流限和最小关断时间-估计出最大输出功率的最小电感功率（P_{min}），然后选择 P_{min} 值超过额定功率的电感器。

以输出电压 5V 和 12V 为例，其中图 8 示例显示了 5V 输出的 P_{min} 曲线，图 9 显示了 12V 输出的 P_{min} 曲线（I_{peak}=0.29A, τ_{minoff}=18μs）。

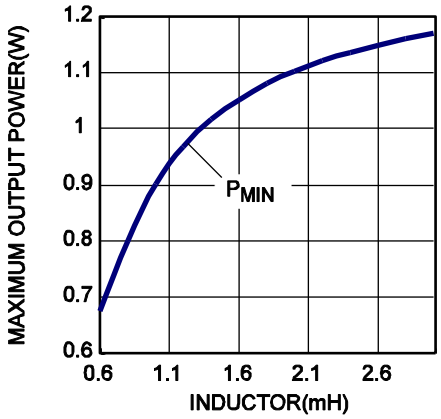


图 8: 5V 时 P_{min} vs. L

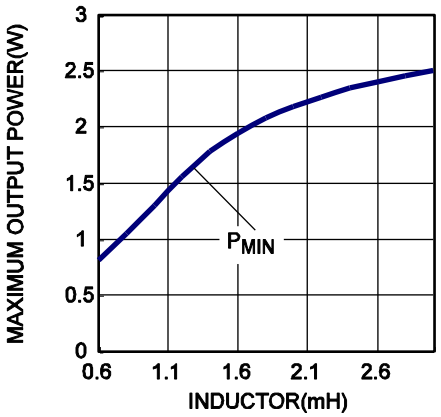


图 9: 12V 时 P_{min} vs. L

对于一个 0.5W 输出转换器（5V，0.1A），基于图 8 估算得出的最小电感值约为 0.6mH。同样，对于 1.2W 输出转换器（12V, 0.1A），基于图 9 估算出其最小电感值约为 0.9mH。

为降低成本，可使用不低于计算值的市售标准电感器。

续流二极管

选择二极管时，其最大反向电压额定值应超过最大输入电压值，并且其额定电流值应超过输出电流值。

续流二极管的反向恢复会影响效率和电路工作，所以请使用超快恢复二极管，如用于 DCM 时选 EGC10JH，而用于 CCM 时选择 UGC10JH 。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

输出电容器

输出电容器用来维持直流输出电压。估算输出电压纹波的公式为：

$$V_{CCM_ripple} = \frac{\Delta i}{8 f_s C_o} + \Delta i \cdot R_{ESR}$$，用于 CCM

$$V_{DCM_ripple} = \frac{I_o}{f_s C_o} \cdot \left(\frac{I_{pk} - I_o}{I_{pk}} \right)^2 + I_{pk} \cdot R_{ESR}$$，用于 DCM

建议采用陶瓷、钽或低 ESR 电解电容器，以降低输出电压纹波。

反馈电阻

分压电阻决定了输出电压的大小。应选择合适的 R1 和 R2 值以使 V_{FB} 保持在 2.5V。应避免 R2 值过大（R2 通常为 5kΩ 到 10kΩ）。

反馈电容器

反馈电容器提供输出电压的采样和保持功能。容量太小会导致在轻载下负载调整率变差，容量太大会影响电路正常工作。请使用以下公式估算出电容范围：

$$\frac{1}{2} \frac{V_o}{R_1 + R_2} \cdot \frac{C_o}{I_o} \le C_{FB} \le \frac{V_o}{R_1 + R_2} \cdot \frac{C_o}{I_o}$$

根据实际情况选择合适的电容值。

假负载

需要一个假负载来保证负载调整率。这样就能保证有足够的电感能量给采样保持电容充电，以便能正确检测输出电压。以 3mA 的假负载开始，可根据需要进行调整。

浪涌性能

应选择合适的输入电容器，以获得良好的防浪涌能力。图 10 所示为半波整流器。表 2 显示了正常条件下不同浪涌电压所需的电容值。

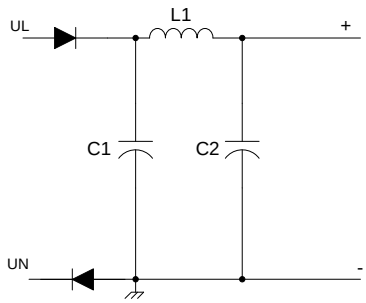


图 10：半波整流器

表 2：建议电容值

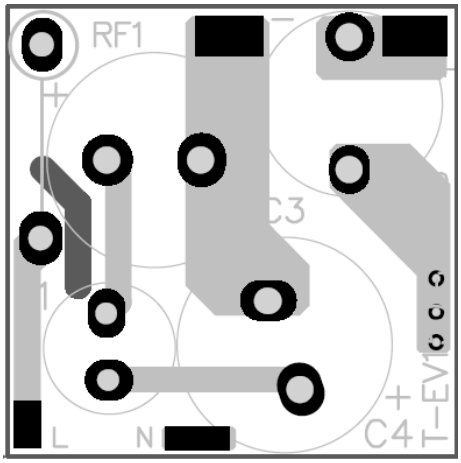
浪涌电压	500V	1000V	2000V
C1	1μF	10μF	22μF
C2	1μF	4.7μF	10μF

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

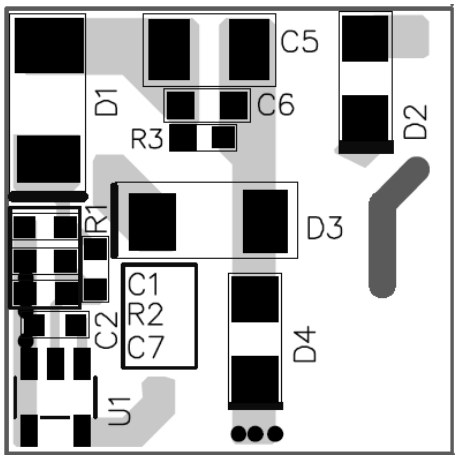
布局指南

PCB 布局对于运行的稳定性，良好的 EMI 性能和散热性能至关重要。为获得最佳效果，请遵循以下建议。

1) 输入电容器、IC、续流二极管、电感器和输出电容器组成的回路包围的面积应控制到最小。
2) 功率电感器放置在远离输入滤波器的位置。
3) 在 FB 引脚和源极引脚之间，靠近 IC 放置一个几百 pF 的电容器。
4) 将漏极引脚连接至散热焊盘或大面积铺铜，以提高散热性能。



顶层



底层

设计实例

以下为符合应用指南规格的设计实例：

表 3：设计实例

V_{IN}	85 至 265Vac
V_{OUT}	5V
I_{OUT}	200mA

图 12 显示了详细的应用原理图。典型性能特征和波形图已在典型性能特性章节中显示。更多详细应用信息，请参考相关评估板规格书。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

典型应用电路

图 11 为采用了 MP150 的 5V, 200mA 非隔离式电源的典型应用示例。

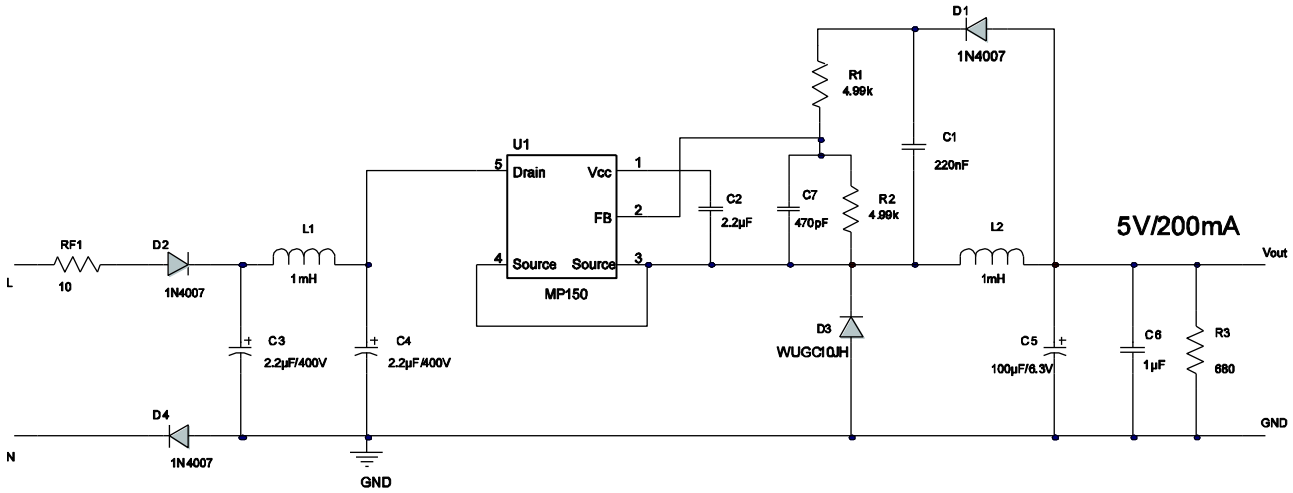
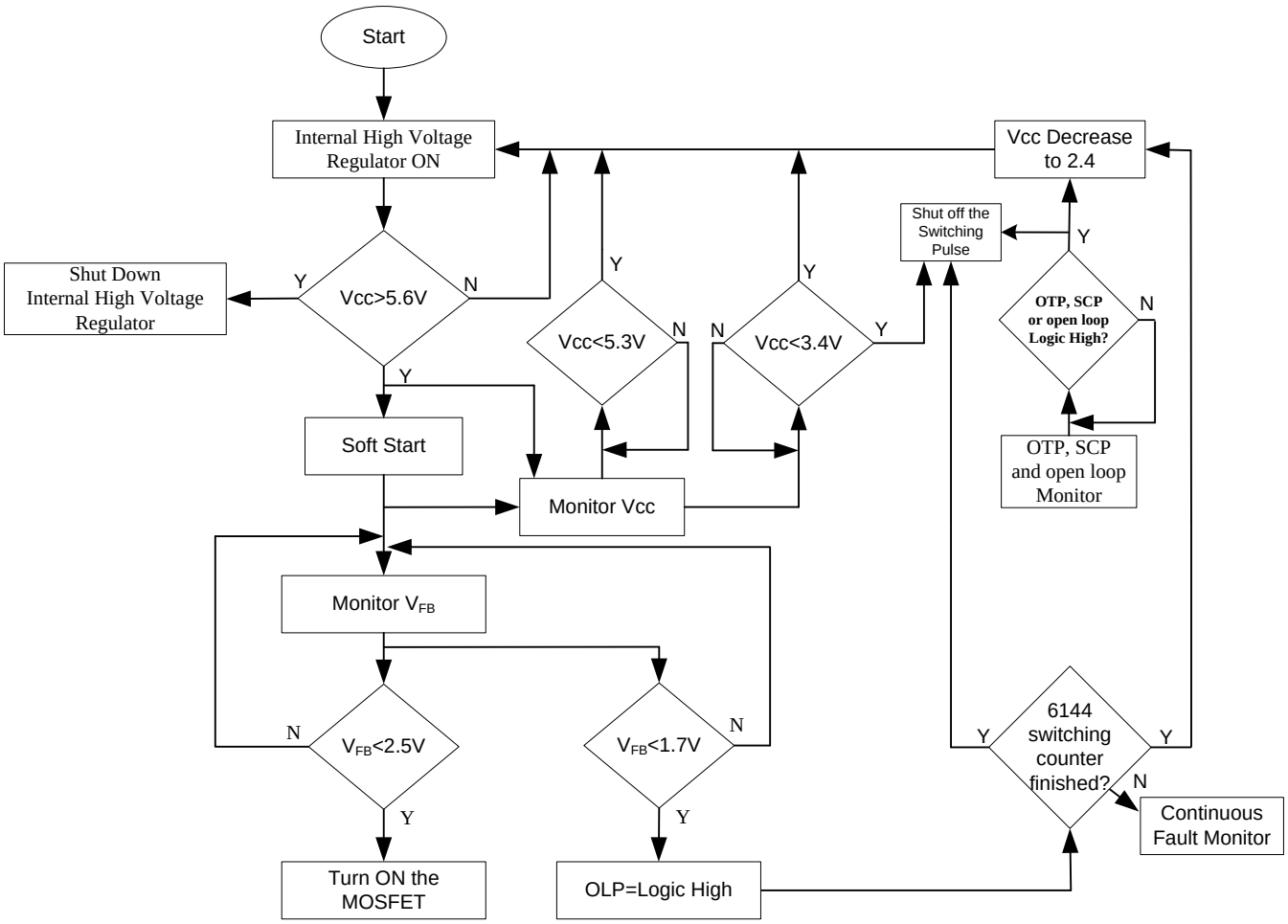


图 11：典型应用示例； 5V, 200mA

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

流程图



UVLO, OTP, SCP, OLP and Open Loop Protection are auto restar

图 12：控制流程图

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

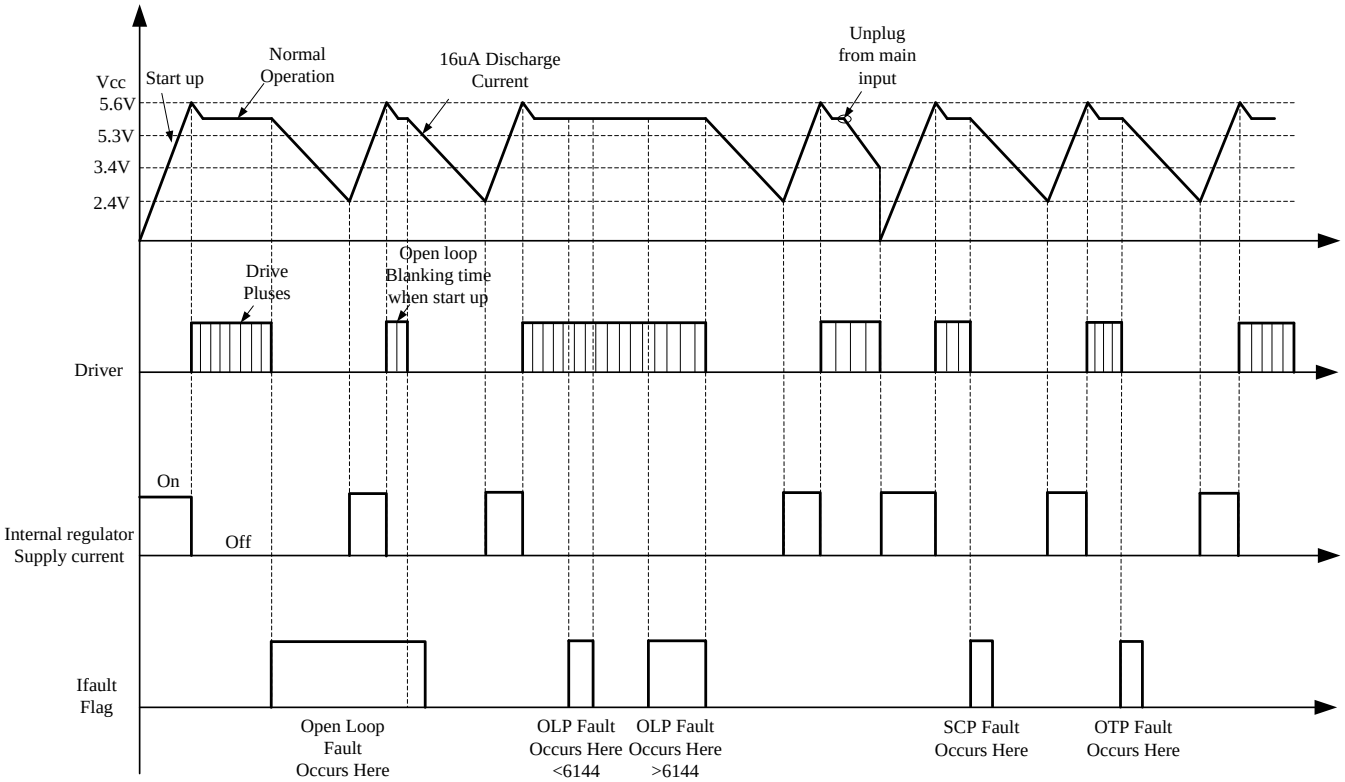
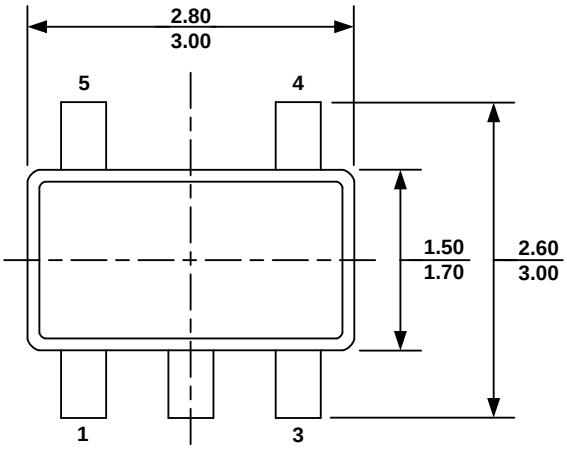


图 13：故障下的信号演变图

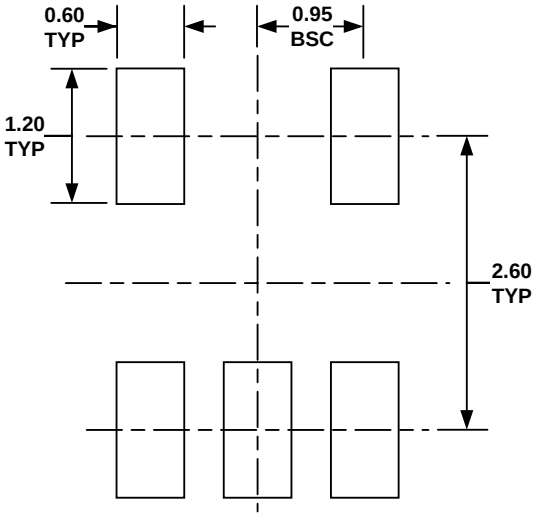
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

封装信息

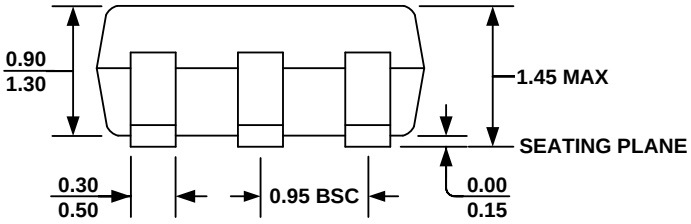
TSOT23-5



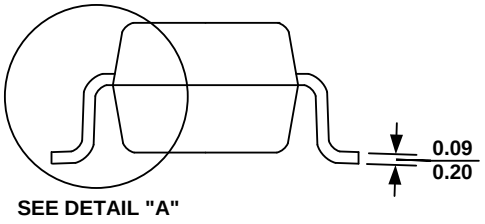
TOP VIEW



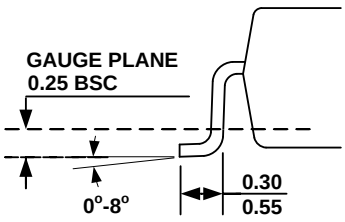
RECOMMENDED LAND PATTERN



FRONT VIEW



SIDE VIEW



DETAIL “A”

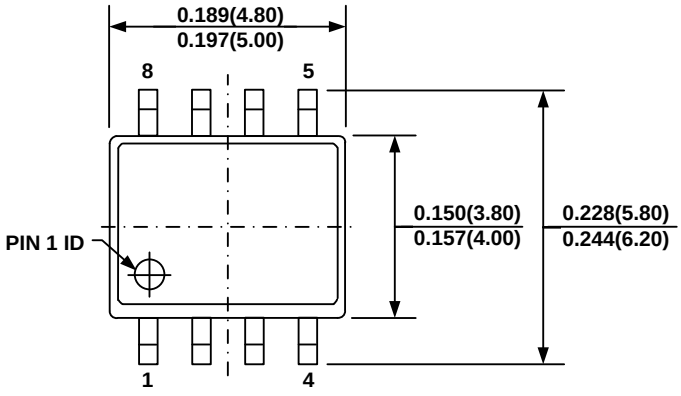
NOTE:

1) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2) PACKAGE LENGTH DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSION OR GATE BURR.
3) PACKAGE WIDTH DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION.
4) LEAD COPLANARITY (BOTTOM OF LEADS AFTER FORMING) SHALL BE 0.10 MILLIMETERS MAX.
5) DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO-178, VARIATION AA.
6) DRAWING IS NOT TO SCALE.

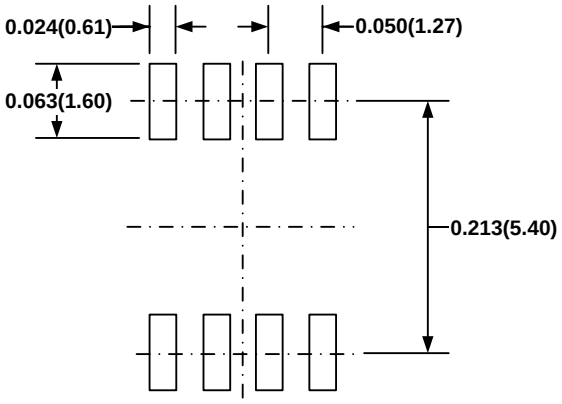
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。

封装信息

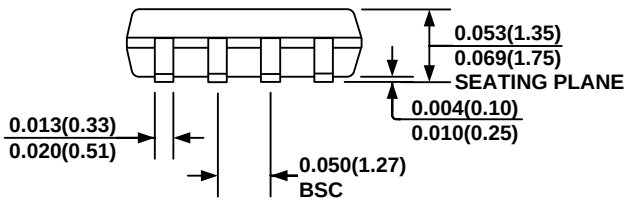
SOIC8



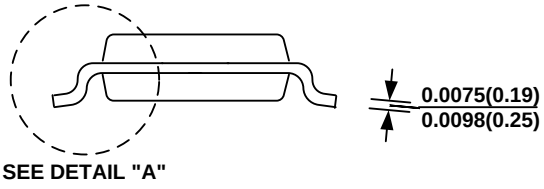
TOP VIEW



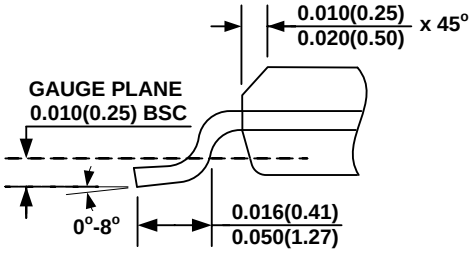
RECOMMENDED LAND PATTERN



FRONT VIEW



SIDE VIEW



DETAIL "A"

NOTE:

1) CONTROL DIMENSION IS IN INCHES. DIMENSION IN BRACKET IS IN MILLIMETERS.
2) PACKAGE LENGTH DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS.
3) PACKAGE WIDTH DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSIONS.
4) LEAD COPLANARITY (BOTTOM OF LEADS AFTER FORMING) SHALL BE 0.004" INCHES MAX.
5) DRAWING CONFORMS TO JEDEC MS-012, VARIATION AA.
6) DRAWING IS NOT TO SCALE.

注： 本文中信息如有变更，不另通知。当前所用规格，请联系 MPS。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。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2018 MPS 版权所有。