

MPS 隔离辅源方案赋能 AIDC与工业电源功率密度突破

Q4 2025

陈必然



MPS 高集成度DCDC隔离辅助电源产品

- MPQ6007: 宽输入原边反馈有源箝位反激转换器
- MPQ18913: LLC 拓扑的隔离变压器驱动电源
- MIDxW2424A: 24V 1.5W/3W/6W 隔离电源模块
- MIE1W0505BGLVH: 5V微功率超小尺寸隔离模块

MPS隔离电源产品广泛应用的高功率高密度电源系统



AIDC 供配电系统



不间断电源



直流充电桩



太阳能逆变器



风能传输系统



通信电源



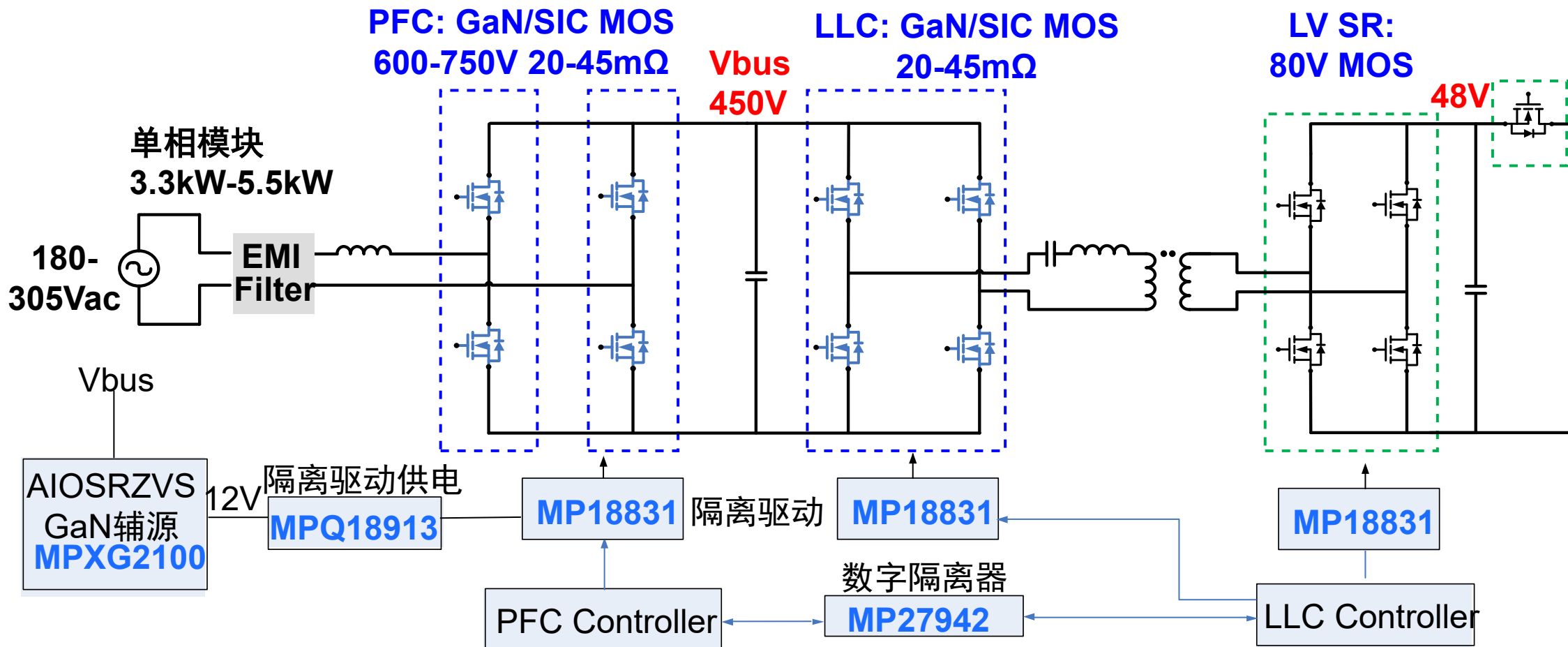
电动汽车充电器 & 驱动器



储能系统



AIDC 电源模块典型框图



3.3-5.5KW 48V模块
峰值效率 97.4%
功率密度 $\geq 98\text{W/in}^3$

8-12KW 48V模块
峰值效率 97.5%
功率密度 $\geq 100\text{W/in}^3$

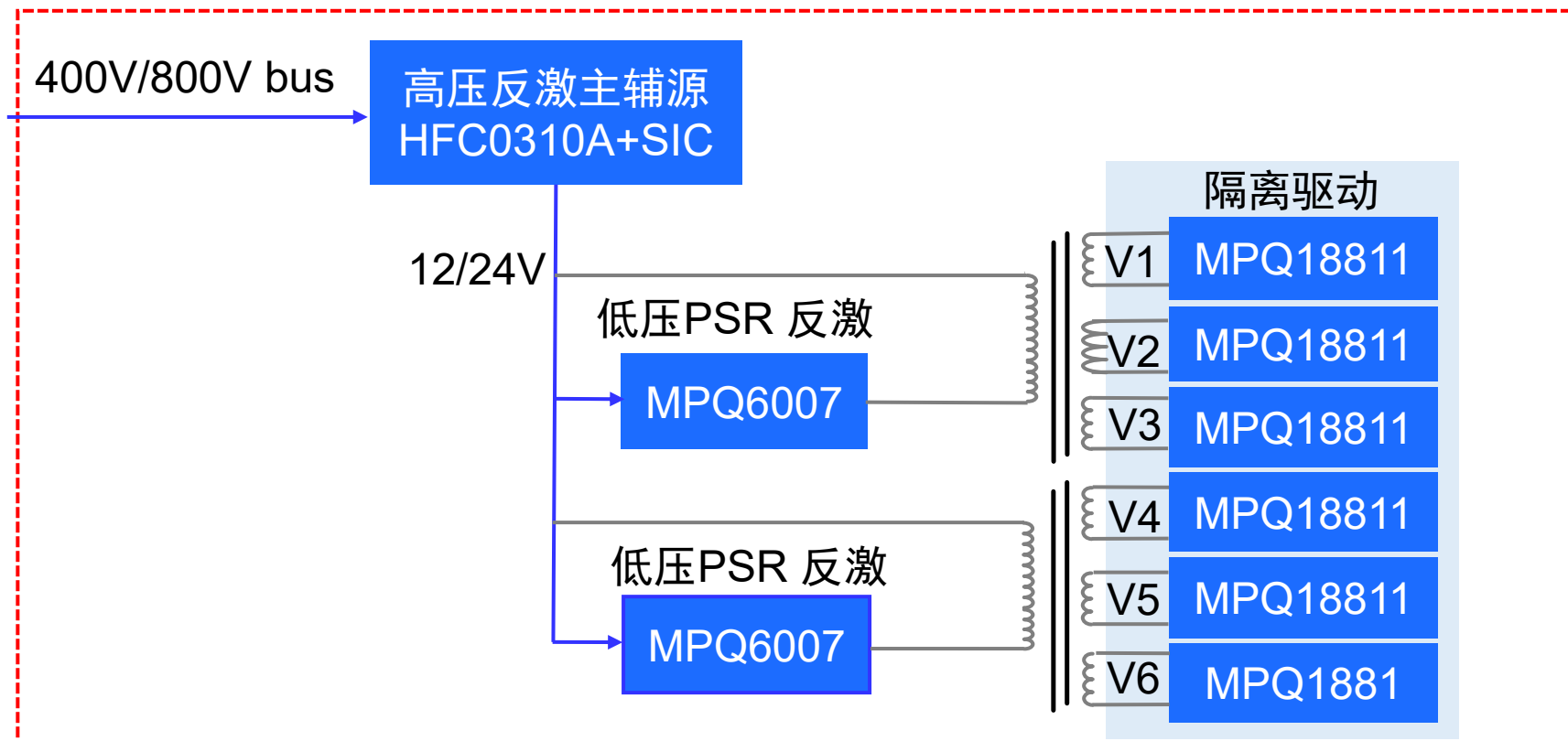
新一代 NVIDIA 800V HVDC架构
更高的端到端能效
需求更多1200V 高压功率器件

不同功率器件对驱动器要求的比较

	Si FET	IGBT	SiC FET	GaN FET
开关频率	高 (>20kHz)	低-中 (<100kHz)	高 (>20kHz)	非常高 (>1MHz)
轨电压	高达 650V	> 650V/1000V	> 650V	< 650V
功率范围	低-中(<10kW)	中-高(>3kW)	中-高(>3kW)	Low-to-Medium (<10kW)
工作驱动电压	10V 至 12V	12V 至 15V	>20V (正压 + 负压)	~5V
负栅极驱动电压	通常不需要	推荐使用	通常需要	不关键
输出欠压锁定	5V/8V	8V/10V	12V/15V 或者更高	3V
驱动电流要求	根据应用而言，功率越高，要求电流越大。			相对较低
传输延迟	越短越好	不关键	短	短

MPQ6007: 宽输入原边反馈有源箝位反激转换器

典型隔离栅极驱动供电设计方案



隔离栅极驱动供电选用二次隔离电源方案好处：

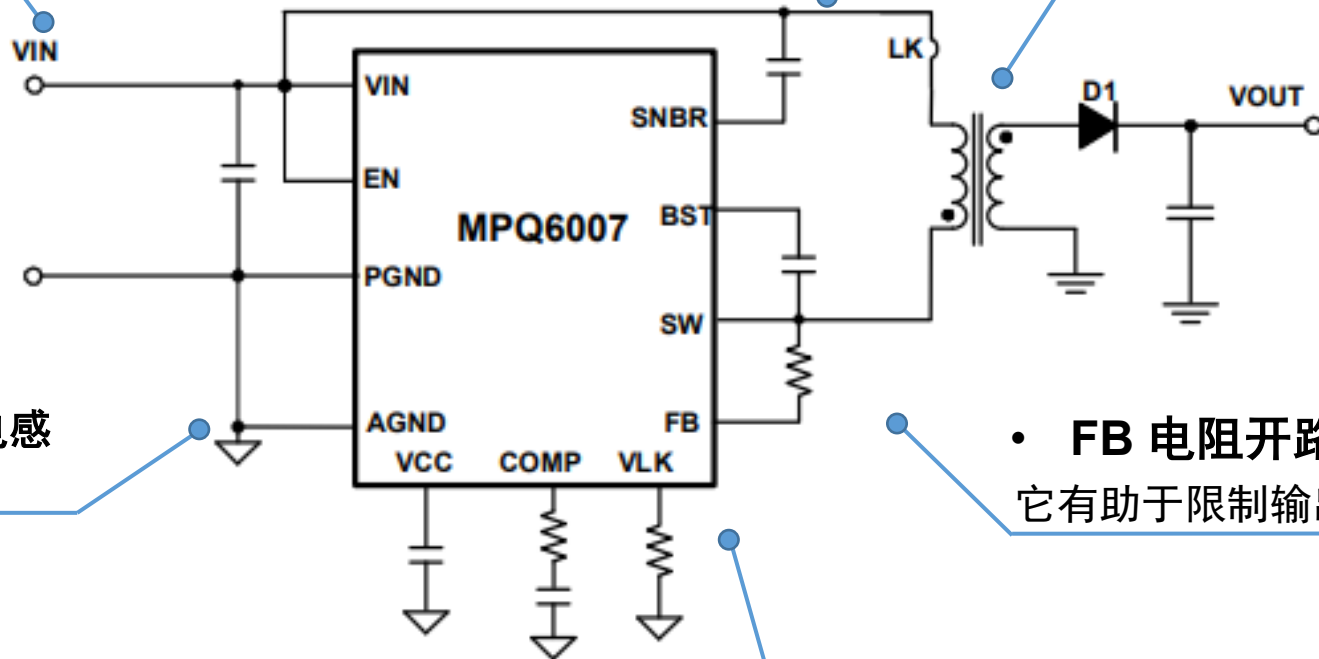
- 主辅源反激只需要做一路稳压输出，变压器体积更小，保护更可靠。
- 二次隔离电源只需放置隔离驱动附近，减小板内多路电源隔离所需要空间。
- 提高整体功率密度，和更好的EMI设计。

为什么选用MPQ6007?

- 支持65V输入电压浪涌

- Easy EMI 无需共模电感

- 小型封装 QFN-11 (3mmX3mm)



- 集成 开关和有源钳位MOS，无需 RCD 吸收电路

- 高达420kHz，变压器小型化

- FB 电阻开路保护，SNBR 过压保护
它有助于限制输出电压，也有利于功能安全

- PSR有源钳位反激，无辅助绕组

支持更大漏感变压器——这使变压器在初级和次级之间具有更小的寄生电容。噪声比传统反激低得多。

MPQ6007-宽输入原边反馈有源箝位反激转换器

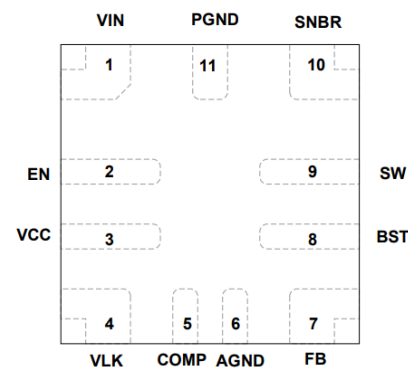
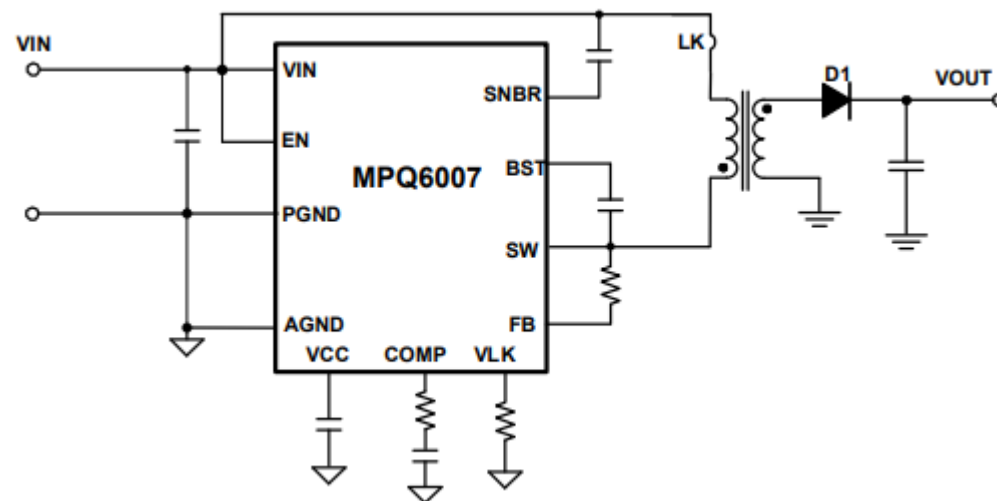
关键特性

- 无辅助绕组的原边反馈有源钳位反激
- 0.04Ω 和 0.12Ω 集成反激 MOSFET
- 4.5A 开关电流，最高可输出15W
- 电压/负载调节补偿
- 通过频率抖动降低 EMI
- 丰富的保护功能：过功率保护（Hiccup OLP）、短路保护（SCP）、过压保护（OVP）和过温保护（OTP）
- 超小尺寸 QFN-11（3mmX3mm）封装

优势

- 无辅助绕组的原边反馈，可以省去副边光耦、TL431
- 高达420kHz开关频率，可用更小变压器
- 简单且低成本BOM

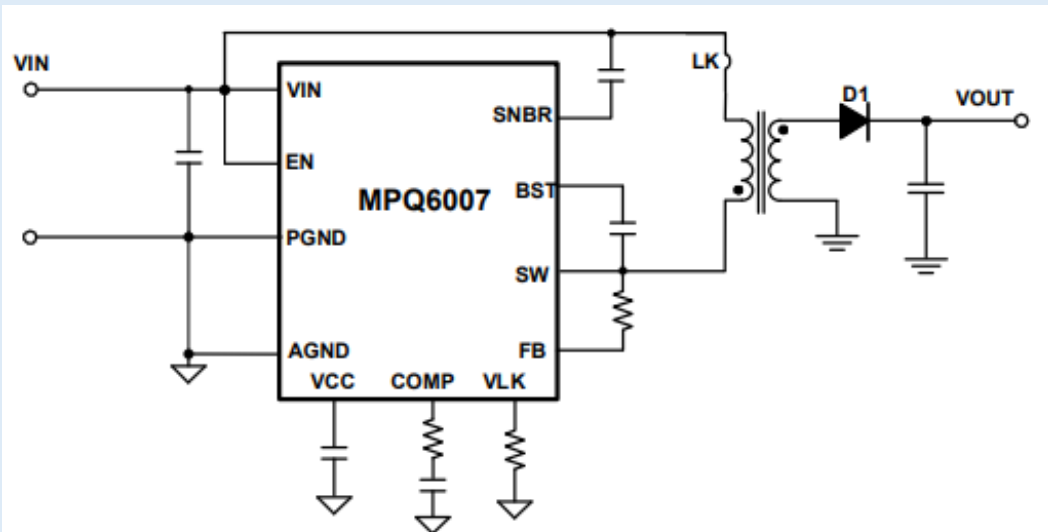
典型应用电路



封装QFN-11 (3mmx3mm)

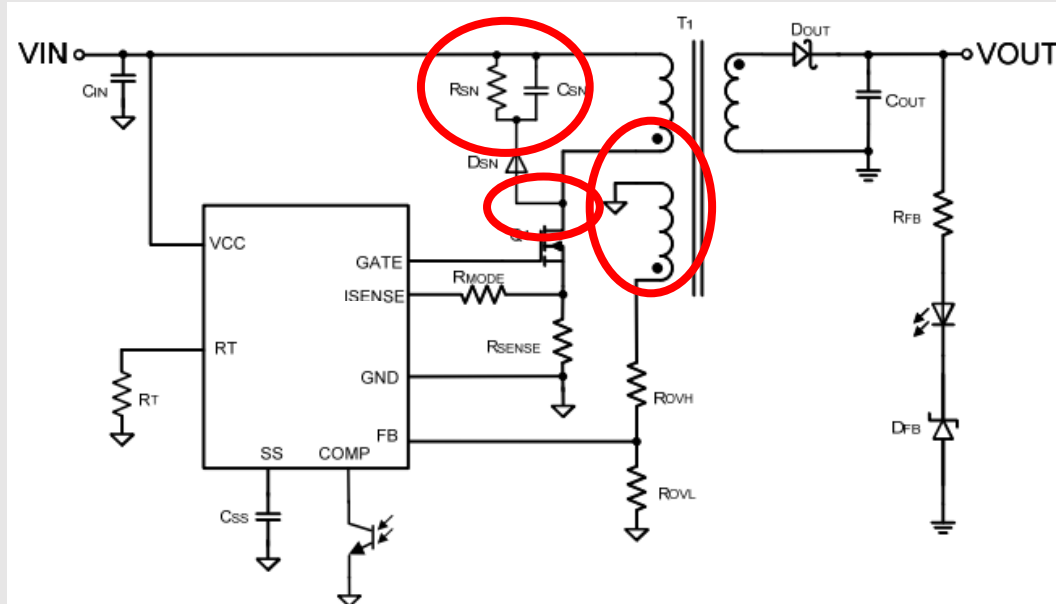
MPQ6007与分立反激方案的成本比较

MPQ6007 方案



- 只需一颗芯片

分立方案

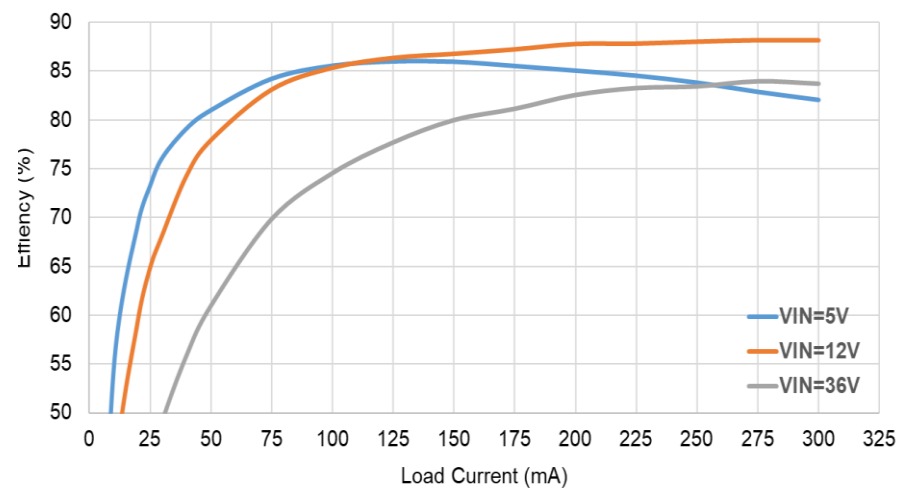


- IC 成本
- 外置MOS
- RCD 吸收电路
- 辅助绕组反馈电路
- ...

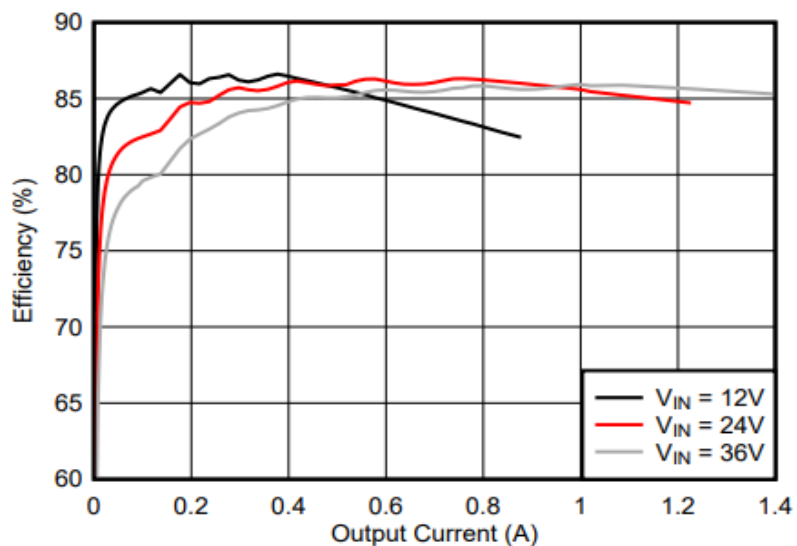
MPQ6007 效率表现

测试条件: $V_{IN}=5V/12V/36V$, $V_{OUT}=24V$, $I_o=0\sim300mA$

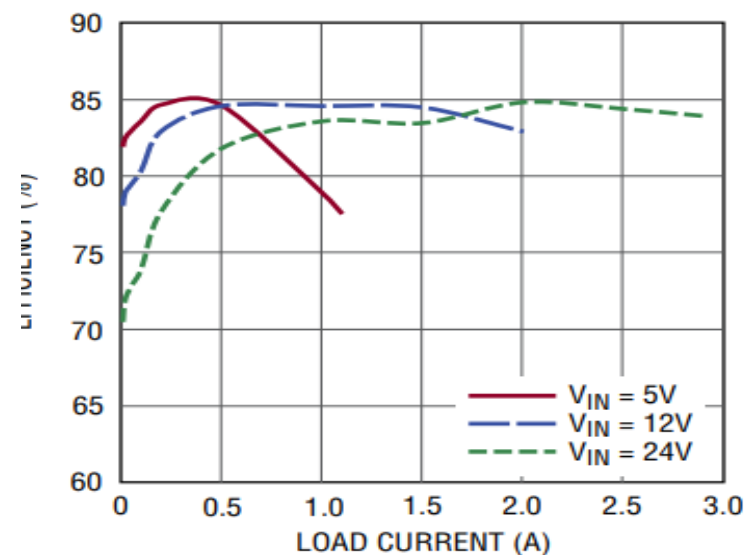
MPQ6007: 88% @ $V_{in}=12V$



Competitor 1: 86% @ $V_{in}=12V$



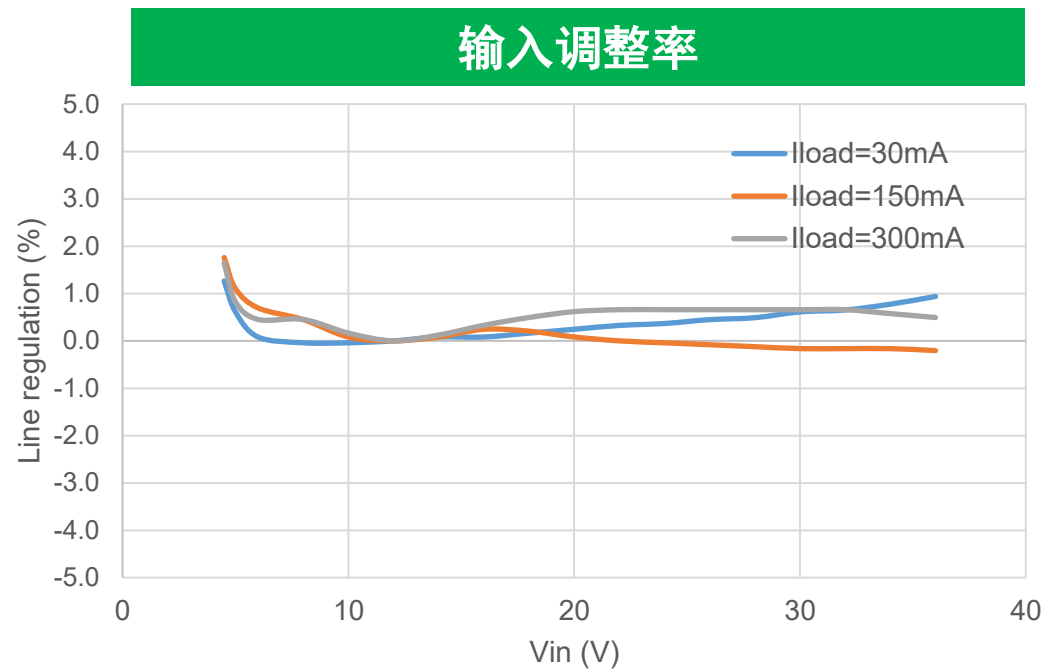
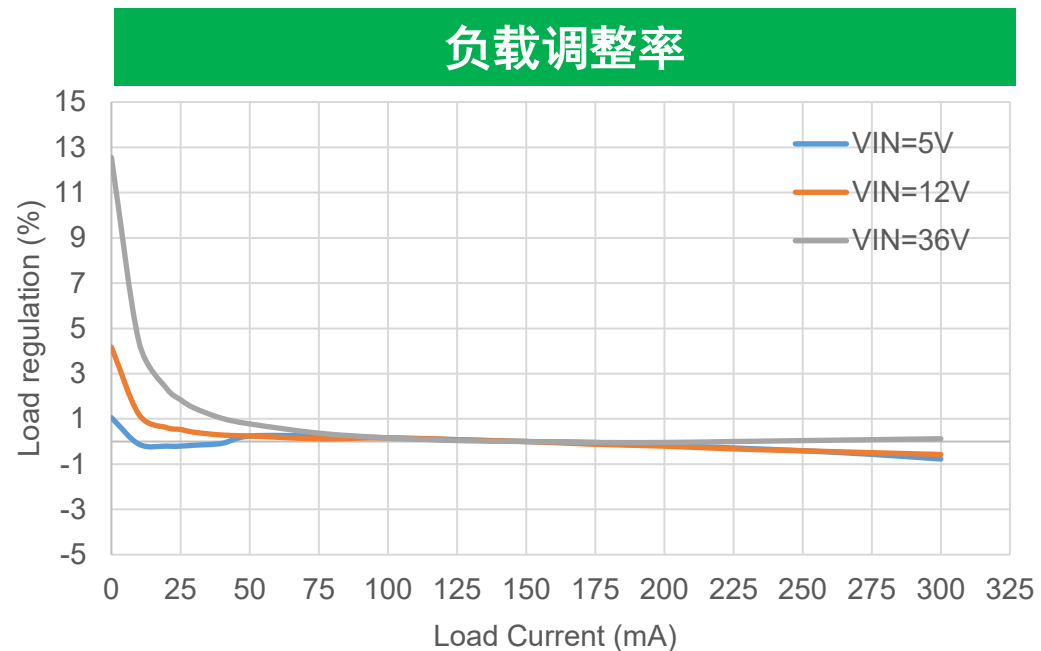
competitor 2: 84% @ $V_{in}=12V$



- MPQ6007 在宽输入范围/负载范围下支持更高效率，高达 88% 。

MPQ6007 输出调整率

测试条件: $V_{IN}=5V/12V/36V$, $V_{OUT}=24V$, $I_O=0\sim 300mA$

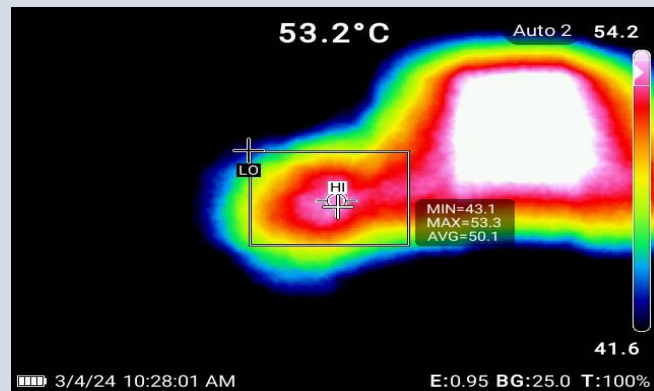


- MPQ6007 在常见工作条件下的负载调整率小于1%.
- 良好的输入调整率, 在满载时保持在1%以内。

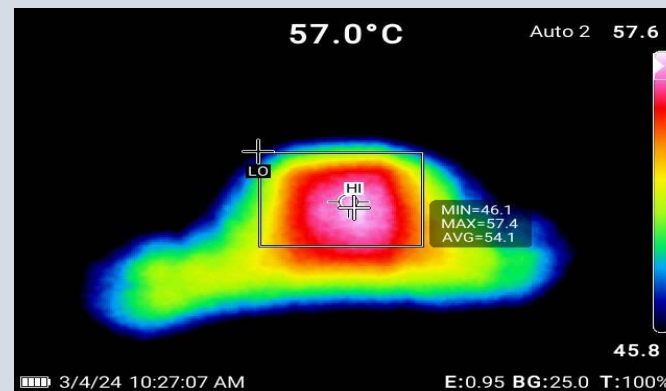
MPQ6007温度特性

测试条件: $V_{IN}=5V/36V$, $V_{OUT}=24V$, $P_{OUT}=7.2W$; $R_{FB}=34k$, $R_{VLK}=51.1k$, $C_{SNBR}=4.7\mu F$

$V_{in}=5V$



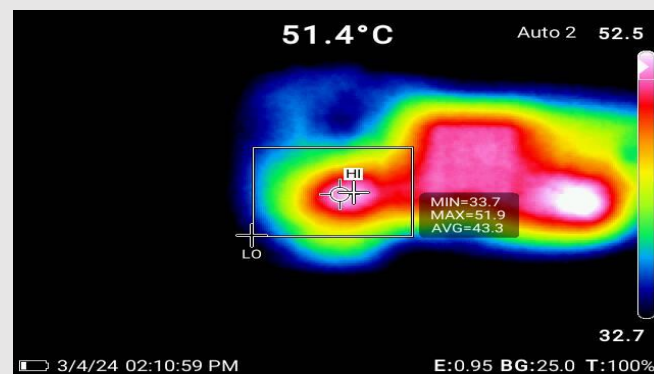
MPQ6007 thermal



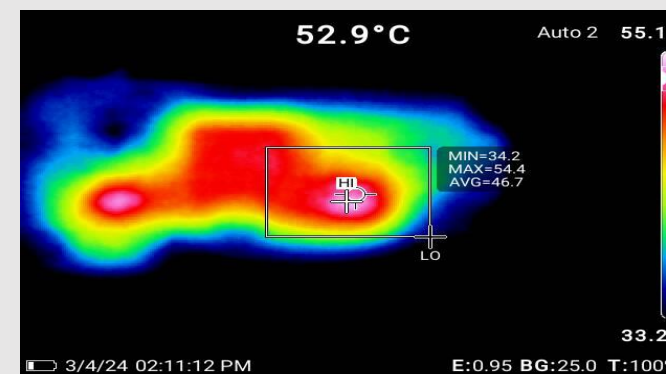
Transformer thermal

$T_{max}=57.0^{\circ}C$

$V_{in}=36V$



MPQ6007 thermal



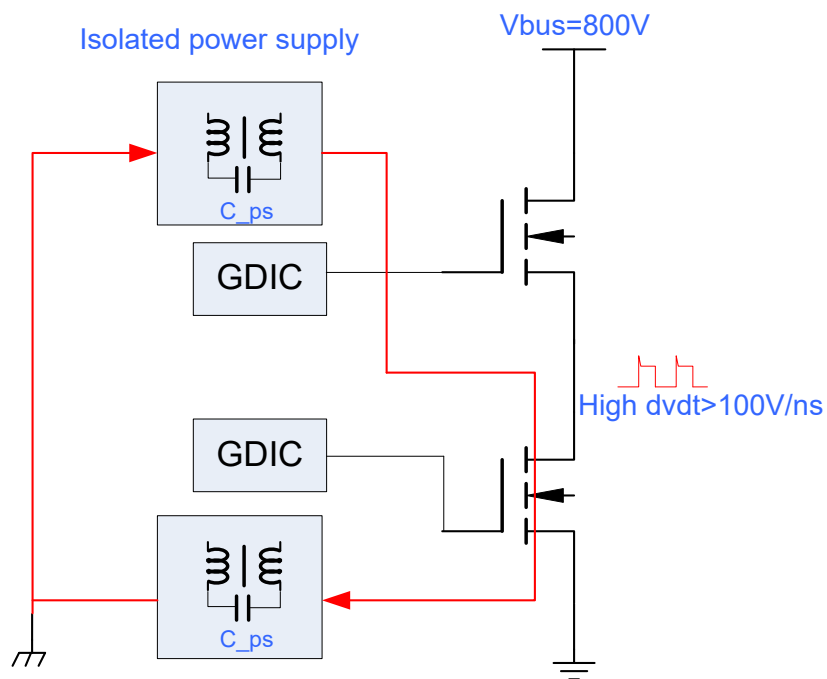
Second diode thermal

$T_{max}=52.9^{\circ}C$

- MPQ6007 具有良好的热性能，评估板最高温度为57°C

MPQ18913: LLC 拓扑的隔离变压器驱动电源

为什么隔离驱动器电源要采用LLC谐振拓扑？



市场趋势：大功率系统

- 更高的总线电压 → 需要更高的变压器隔离电压
- 更高的 dv/dt → 要求更低的绕组间寄生电容
- 假设容值为 20pF
 - $I_{CM} = 100V/ns \times 20 \text{ pF} / 2 = 1 \text{ A}$
 - I_{CM} 对 MCU、GDIC 以及 GDPS 是不利的
- 更小的绕组间寄生电容导致漏感增加
- 反激变压器是难以实现的

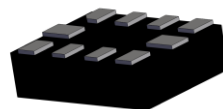
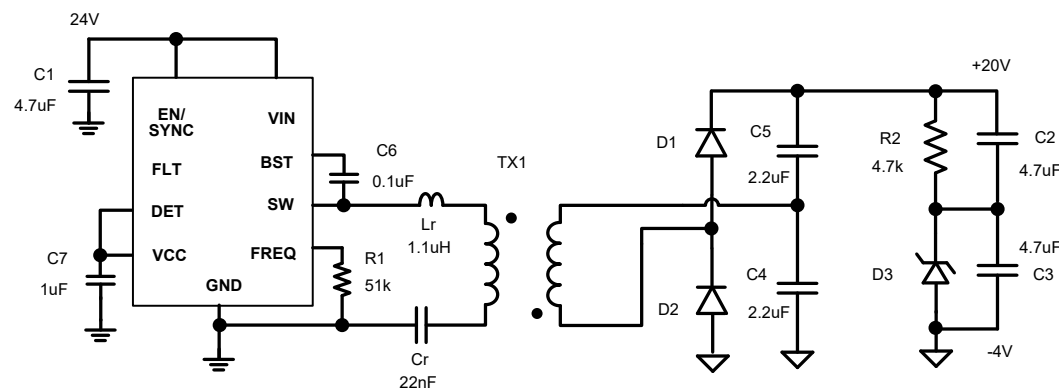
MPQ18913: 用于隔离偏置供电的 LLC 变压器驱动

产品特性

- 5V至30V 输入电压范围 (耐受50V浪涌)
- 用于隔离LLC谐振变换器的半桥变压器驱动
- 可配置频率范围：500kHz至10MHz
- 外部时钟输入进行开关同步
- 可选自动谐振频率检测功能
- 用于降低EMI的可选频谱扩展功能
- 内部软启动
- OCP, SCP, OVP, OTP 和 FLT 报告
- 支持功率高达 10W

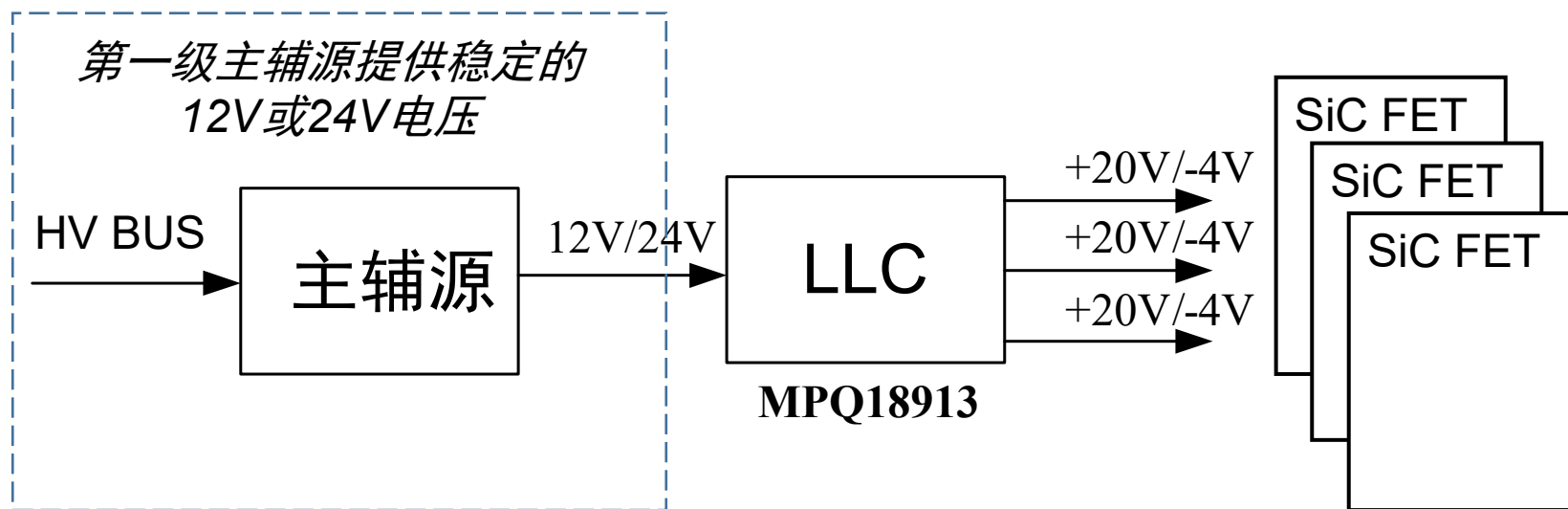
应用

- 隔离电源供电
- 高频直流变换器
- 通用变压器驱动器



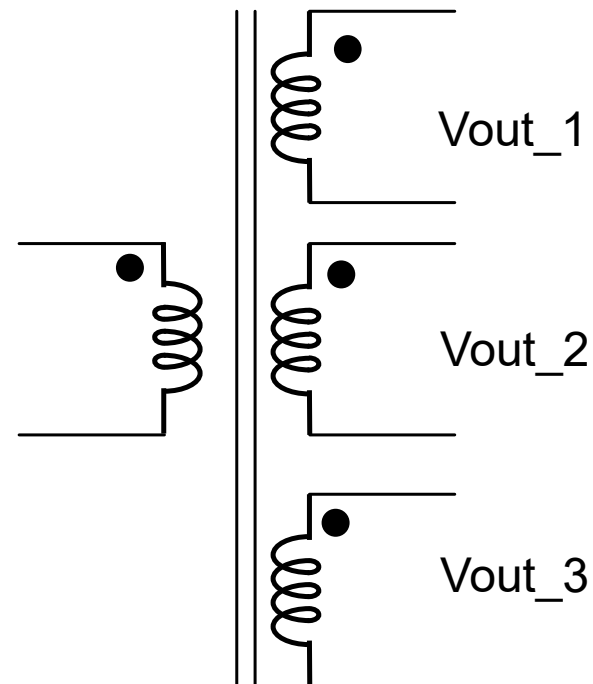
侧面镀锡 QFN-10 (2mmx2.5mm) 封装

开环LLC变压器驱动典型应用

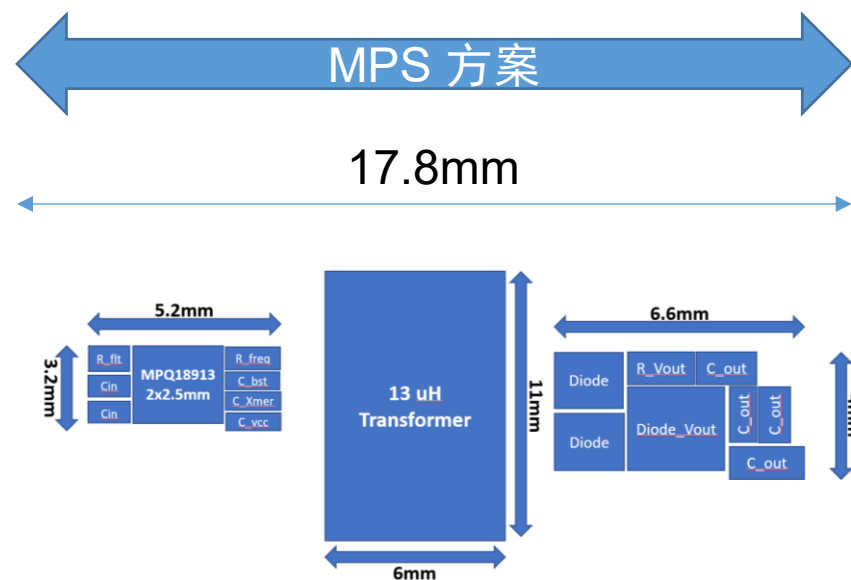


- LLC驱动50%固定占空比
- 变压器匝比[1:1 或 1:2],
- 输出电压跟输入电压等比例

5kV 加强绝缘变压器

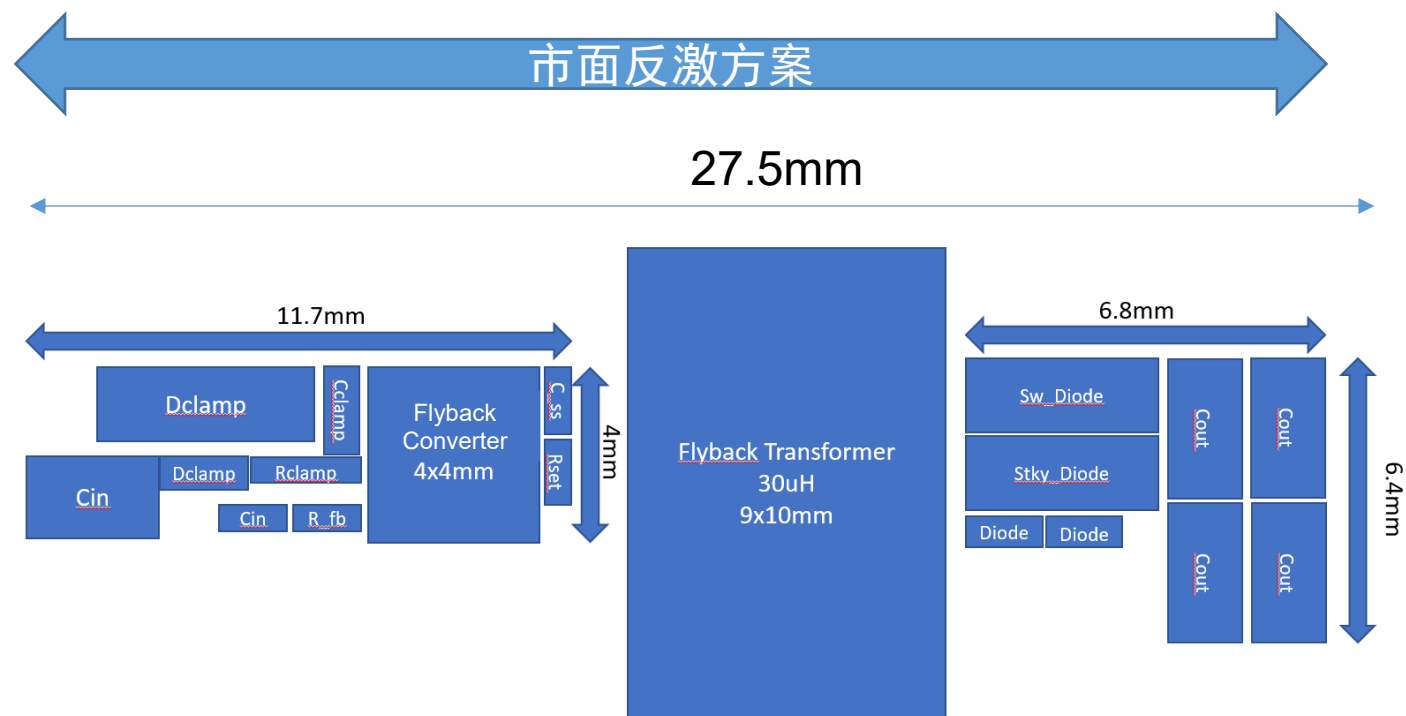


MPQ18913与市面上反激方案PCB 占比空间对比



方案尺寸: 109 mm²
整体空间: 196 mm²
元器件数量: 21

**40%
smaller
solution
size!**



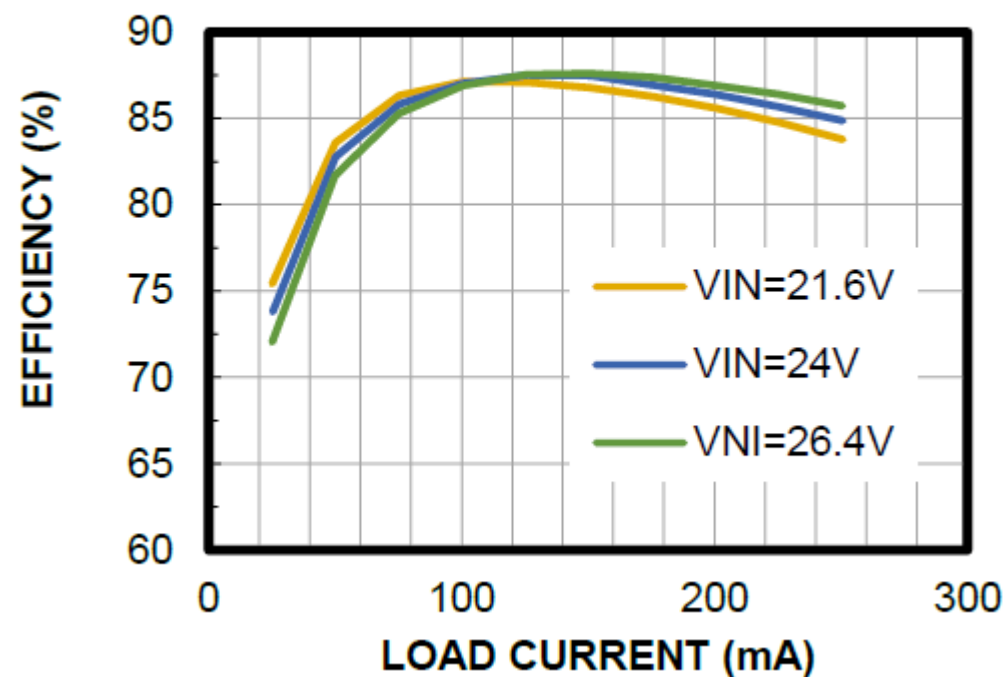
方案尺寸: 180 mm²
整体空间: 275 mm²
元器件数量: 26

MPQ18913 评估板



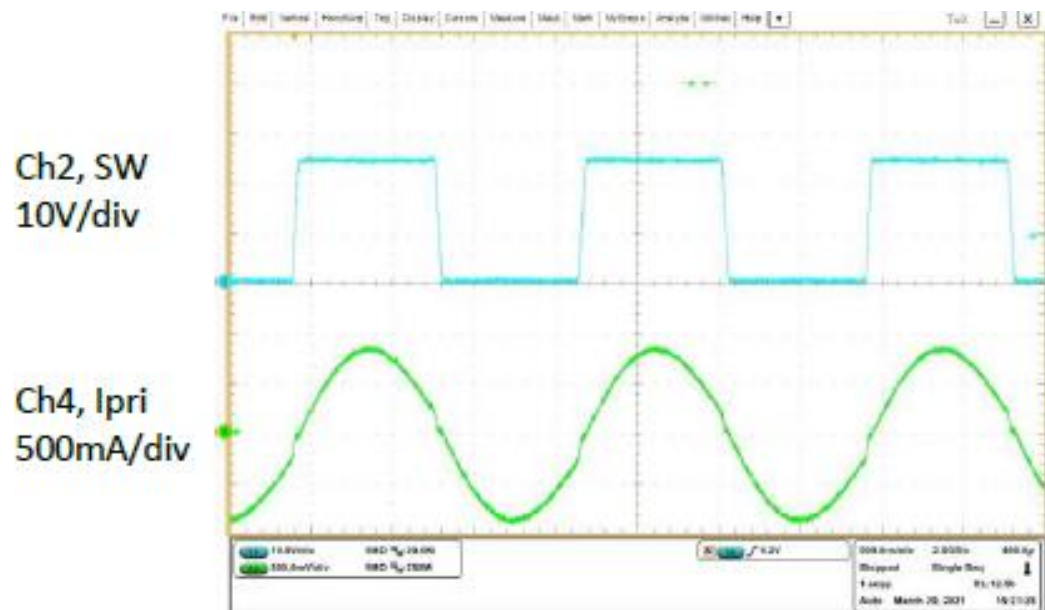
EVQ18913-D-00A EVB

24 Vin/24 Vout/1.33MHz
Efficiency vs. Load Current

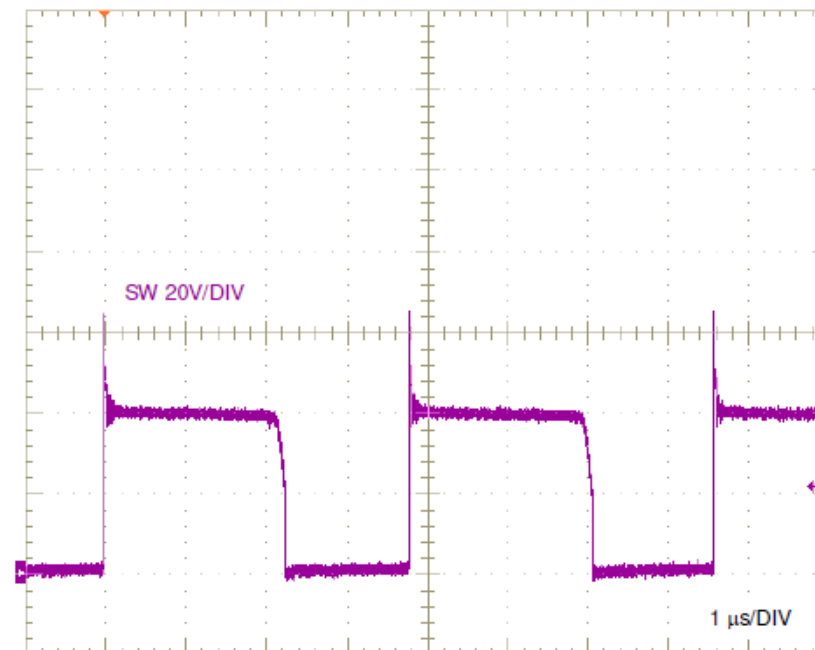


MPQ18913 对比 常见反激开关波形

MPQ18913 使用软开关拓扑，因此开关节点没有过冲/振铃，而反激式硬开关则会在开关节点出现过冲和振铃。



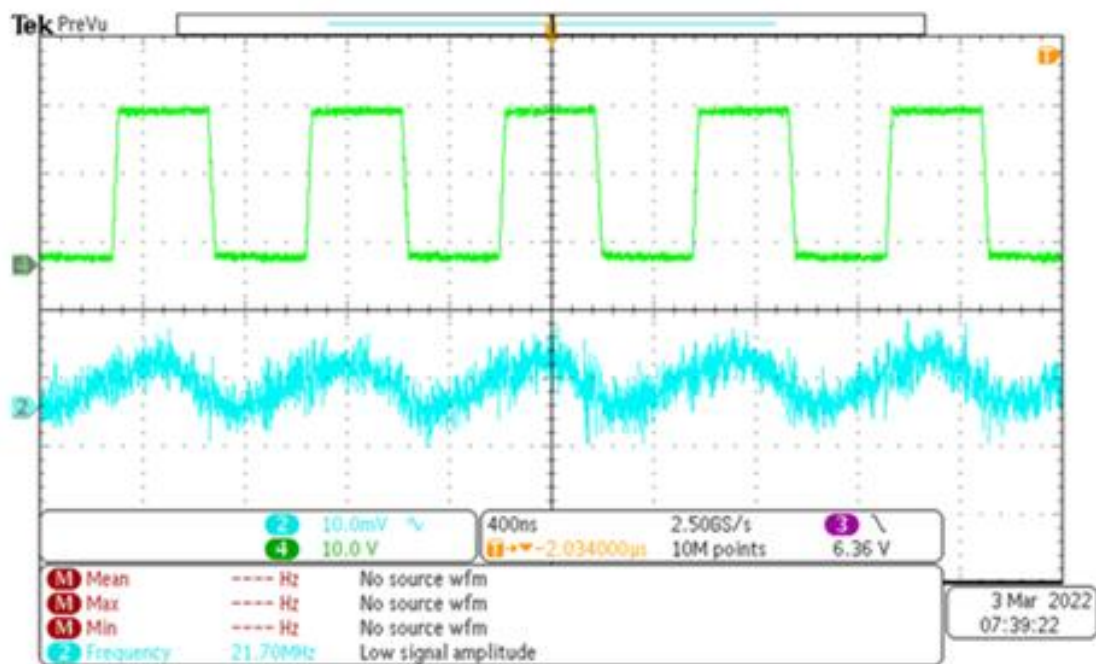
MPQ18913 开关波形



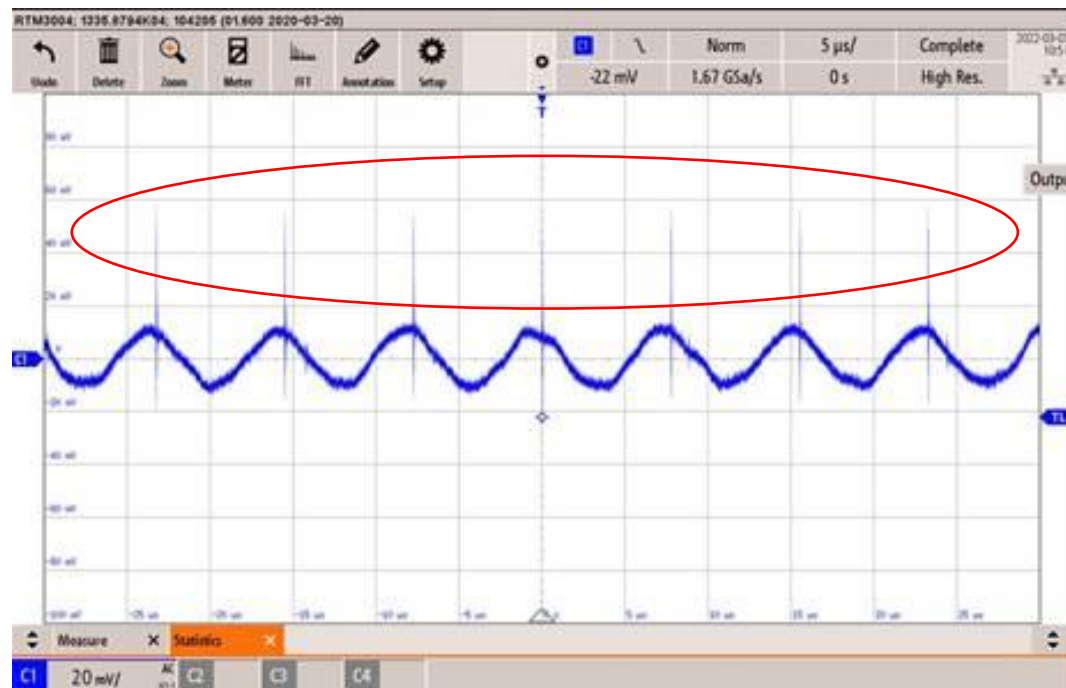
反激开关波形

MPQ18913 对比反激方案输入波形

MPQ18913 使用软开关拓扑，与硬开关相比，在反激式电路中可以提供更好的电磁干扰性能，硬开关可能将开关噪声耦合到输入电源轨（红色圈出部分）



MPQ18913 输入电压波形



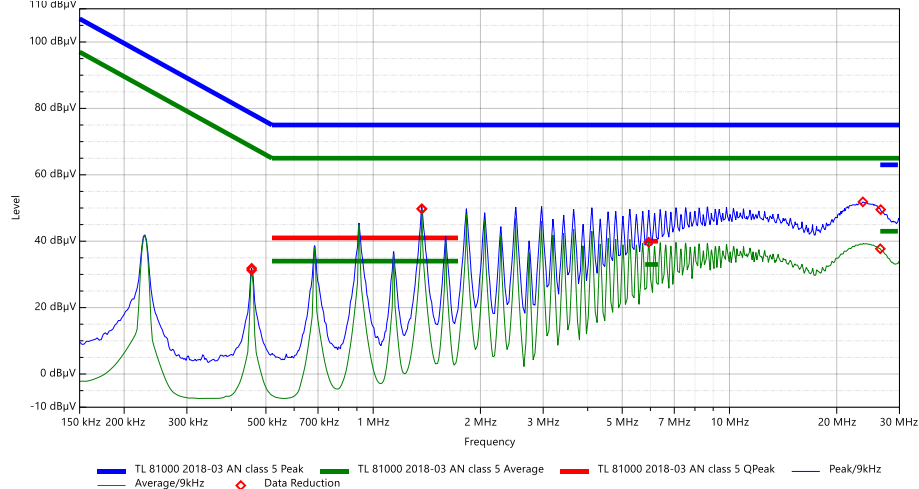
反激方案输入电压波形

MPQ18913与传统反激方案EMI性能对比

CE Scan: [150 kHz - 30 MHz]

Flyback

Scan#2[150kHz 30MHz]supply

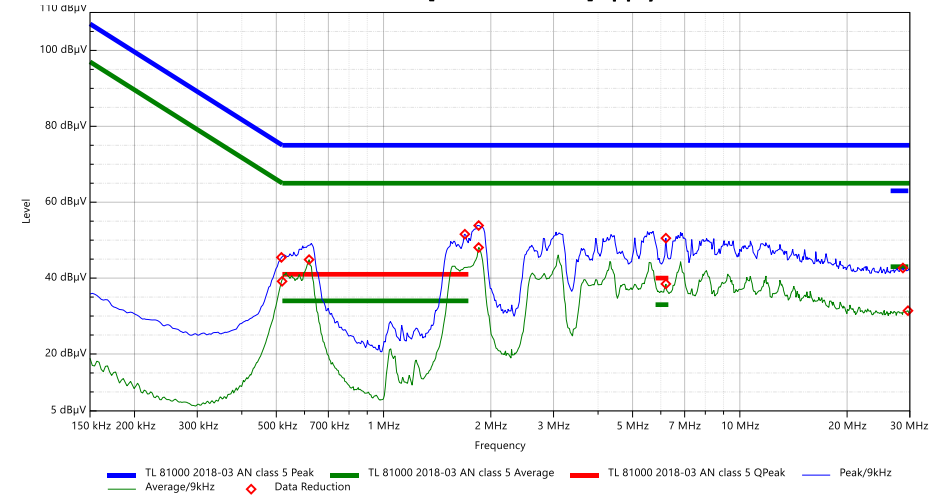


Flyback Setup:

- ☐ $V_{in} = 24V$
- ☐ $R_{load} = 100R$
- ☐ $F_{sw} = 230kHz$
- ☐ 2 级输入滤波

EVQ18913-D-01A

Scan#1[150kHz 30MHz]supply



EVQ18913 Setup:

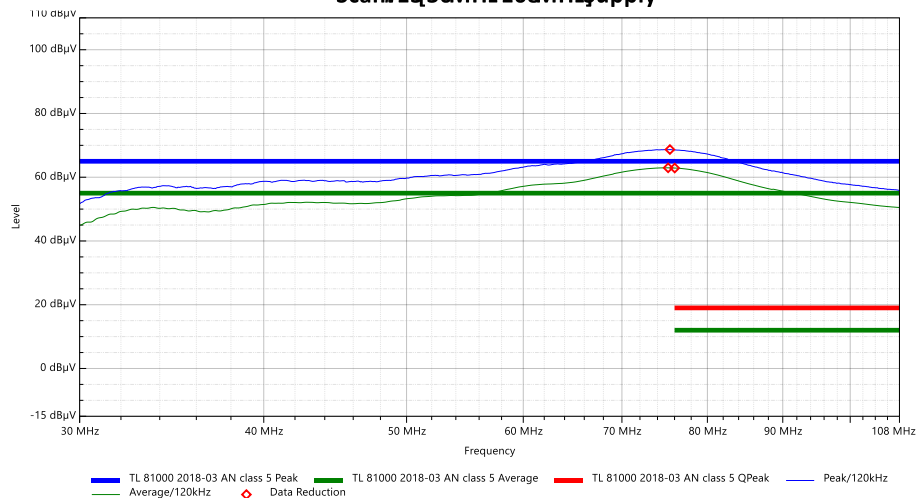
- ☐ $V_{in} = 24V$
- ☐ $R_{load} = 100R$
- ☐ $F_{sw} = 560kHz$
- ☐ 1 级输入滤波

MPQ18913与传统反激方案EMI性能对比

CE Scan: [30 MHz- 108 MHz]

Flyback

Scan#1 [30MHz 108MHz] Supply

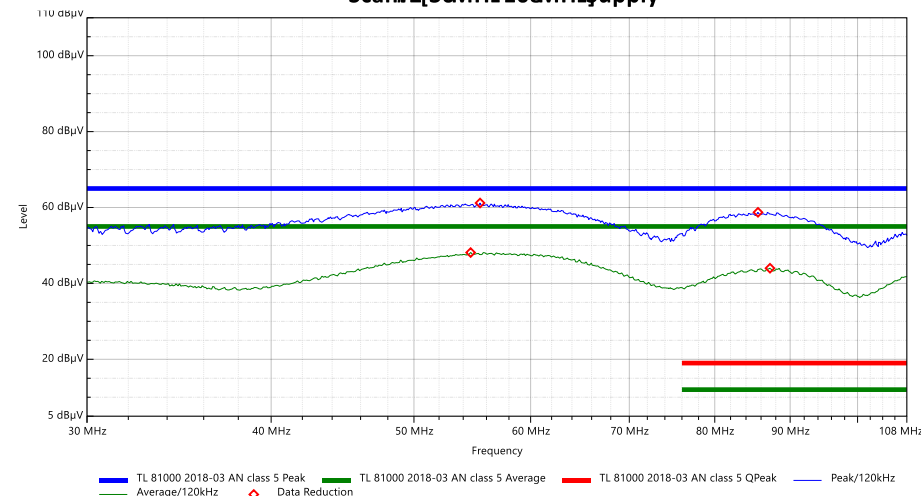


Flyback Setup:

- ☐ $V_{in} = 24V$
- ☐ $R_{load} = 100R$
- ☐ $F_{sw} = 230kHz$
- ☐ 2 级输入滤波

EVQ18913-D-01A

Scan#2 [30MHz 108MHz] Supply



EVQ18913 Setup:

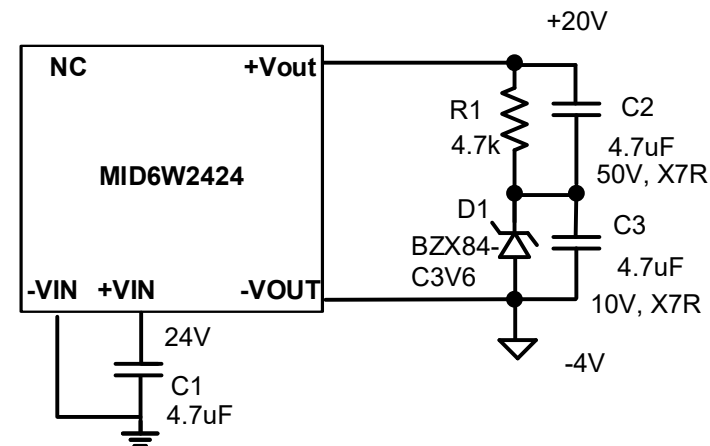
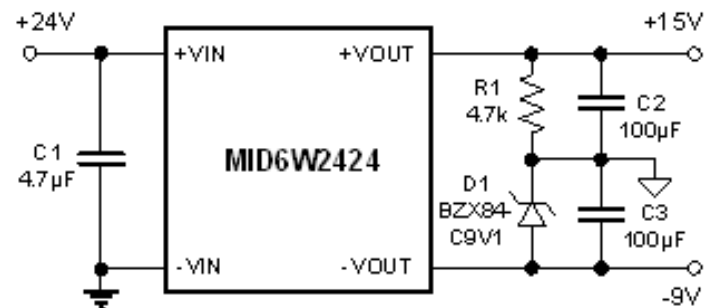
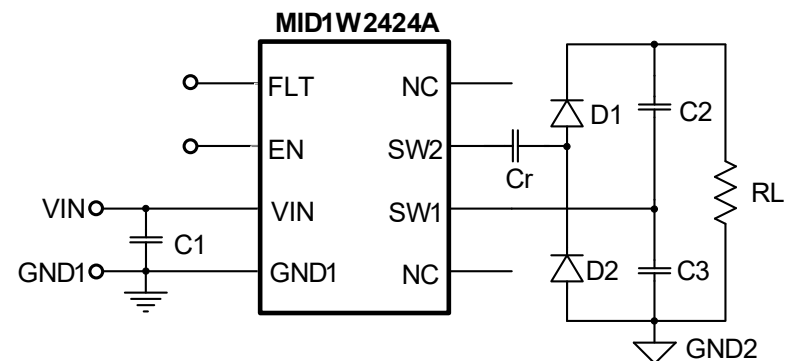
- ☐ $V_{in} = 24V$
- ☐ $R_{load} = 100R$
- ☐ $F_{sw} = 560kHz$
- ☐ 1 级输入滤波

MIDxW2424A: 24V 1.5W/3W/6W 隔离电源模块

MIDxW2424 – 24V转24V 隔离电源模块

产品特性

- 输入电压范围: $24V \pm 10\%$
- 输出功率 1.5W, 3W, 6W 可选
- 集成 SCP, OCP, OTP 保护
- 3kVrms 隔离能力, 5kVrms 可选
- 低辐射: 满足 CISPR 32 Class B 规范
- 支持空载工作
- 效率高达 87%
- 1.5W 采用 SOIC16-SW 封装, 3W 和 6W 采用 LGA10x10mm 封装



MIDxW2424 主要优势与特点

更小尺寸的方案

- 10x10mm LGA(6W)
- SOIC-16 WB(1.5W)
- 集成变压器

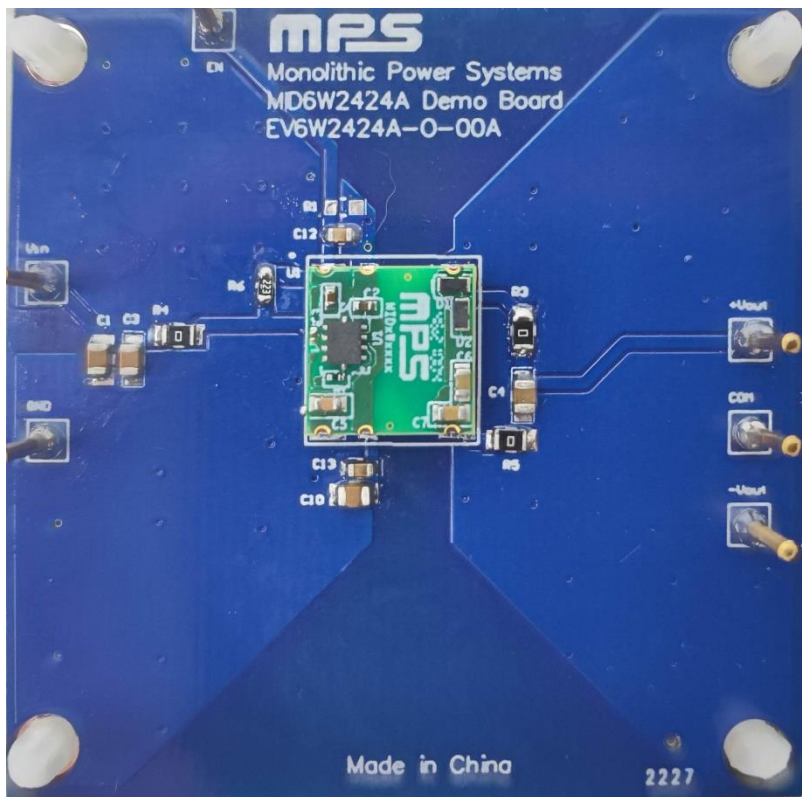
优化的电磁干扰性能

- 软开关设计
- 展频模式

适用于工业环境

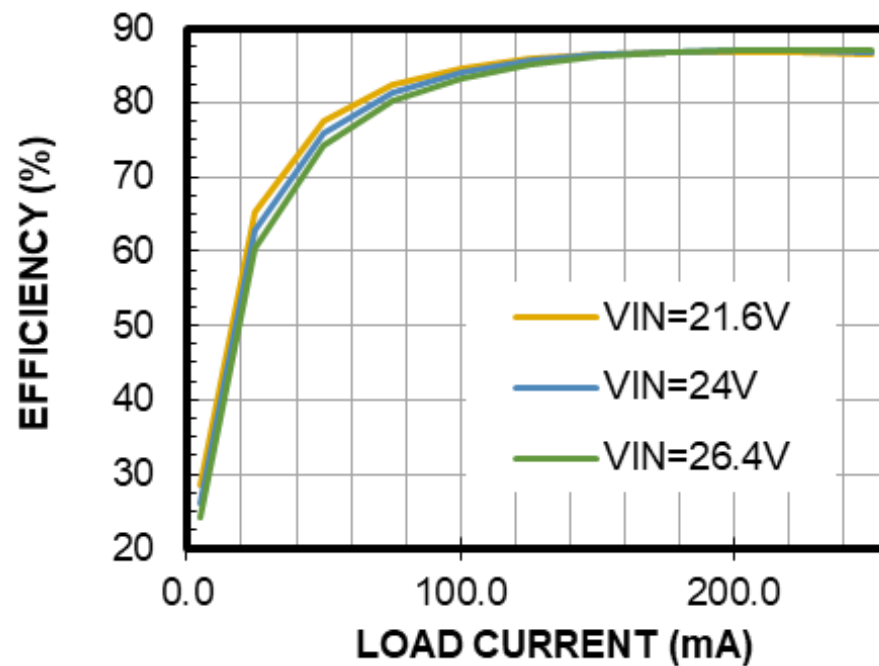
- 隔离电源高达 5kV
- 工作温度:
-40°C to 105°C

MID3W(6W)2424 评估板

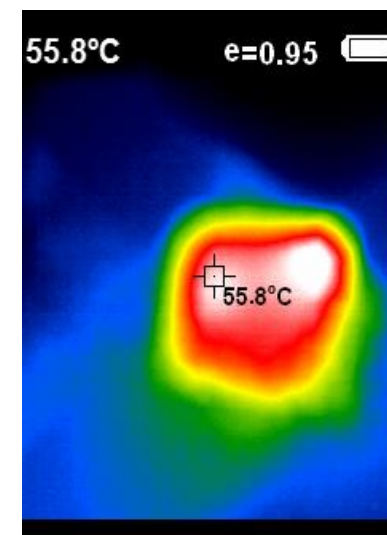


EV6W2424A

24 Vin/24 Vout/500kHz
Efficiency vs. Load Current



Thermal Image
Iout: 0.25A, 25°C



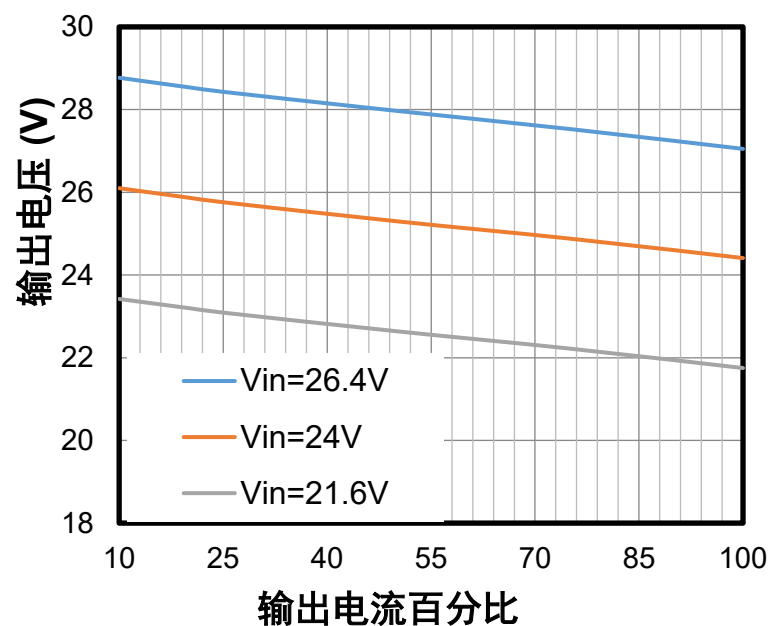
Excellent Thermals
30°C rise at 6W load

MID6W2424A 产品性能

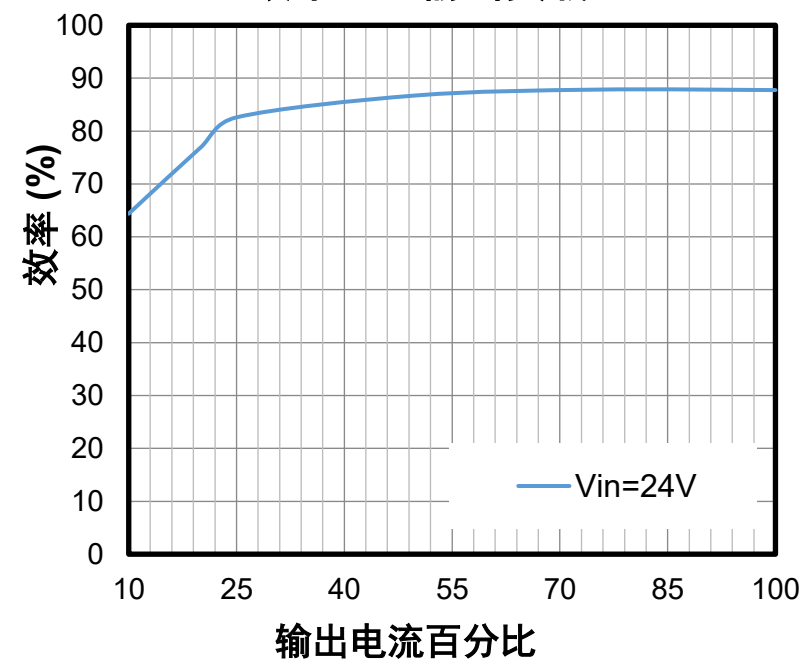
$V_{IN} = 24V$, $I_{out} = 0.25A$ (满载), $T_A = +25^{\circ}C$.



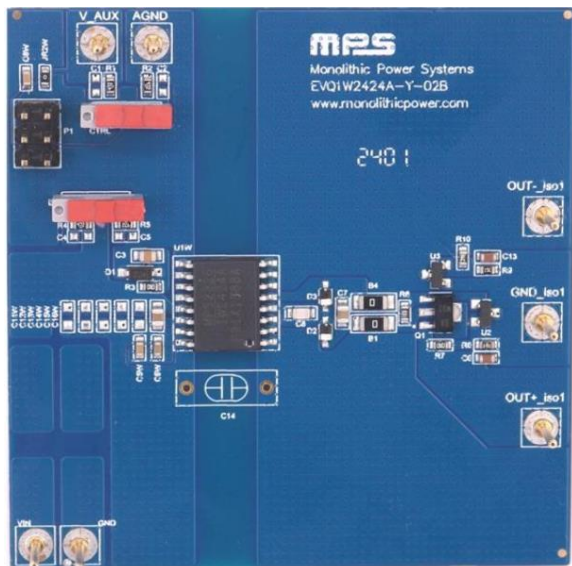
输出调整率



效率 vs. 输出负载



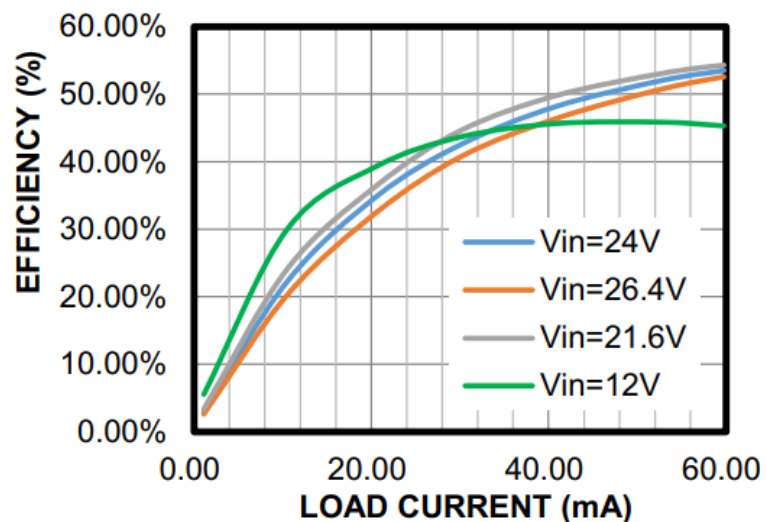
MID1W2424A 产品性能



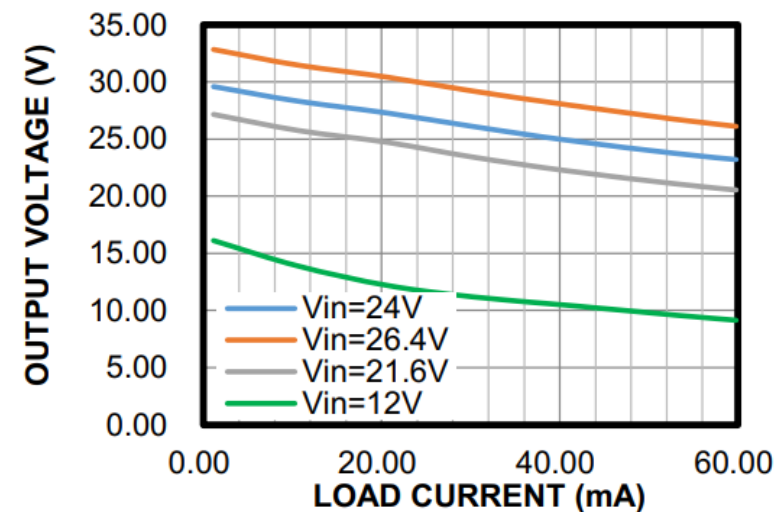
(LxWxH) 6.35cm x 6.35cm x 1.1cm

MID1W2424A 评估板
芯片级封装，超省空间

Efficiency vs. Load Current



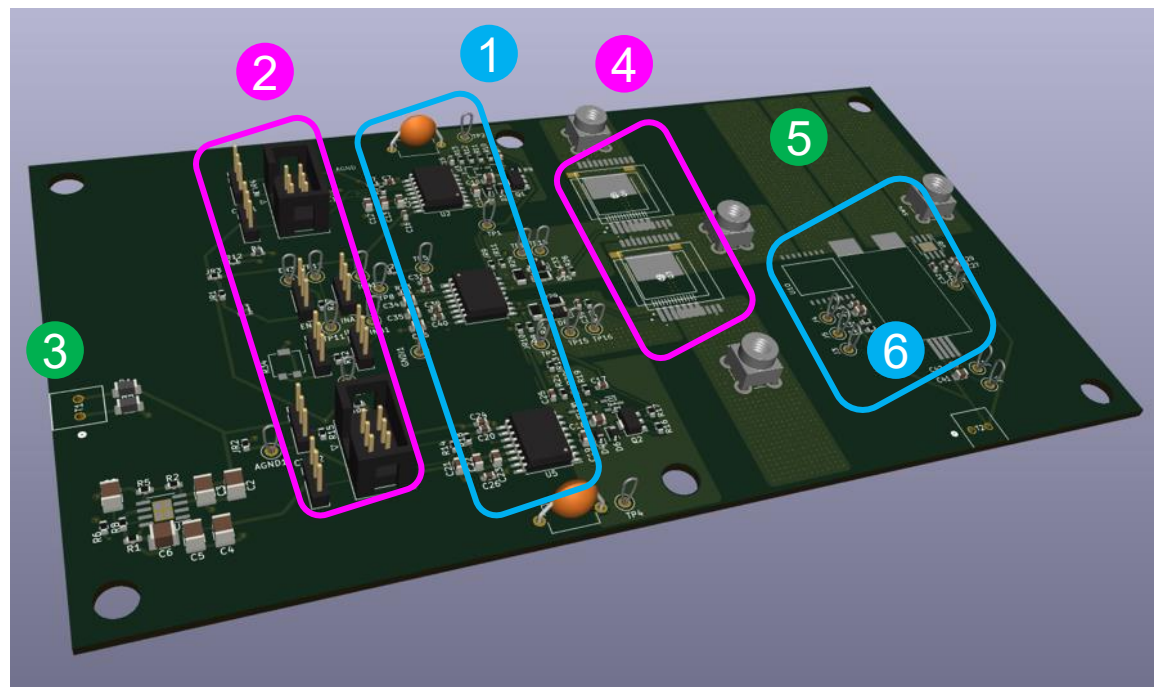
Load Regulation vs. Load Current



MID1W2424A 在 60mA 时效率超过 56%

MID1W2424A + MPQ18831 评估板

1. 隔离驱动+ 隔离供电
 - 1颗MP18831(双通道隔离驱动)
 - 2颗MID1W2424 (隔离电源模块)
2. 控制板连接器
3. 低压电源连接器(+24V)
4. SiC MOSFET (TO-247-3, HU3PAK, D2PAK, QDPAK)
5. DC bus: 800Vmax, 30Amax
6. 霍尔电流传感器:
 - MCS1806, MCS1810

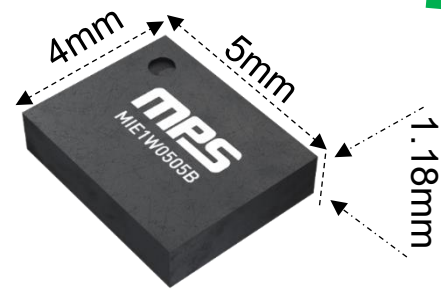


PCB size: 180 X 100 mm

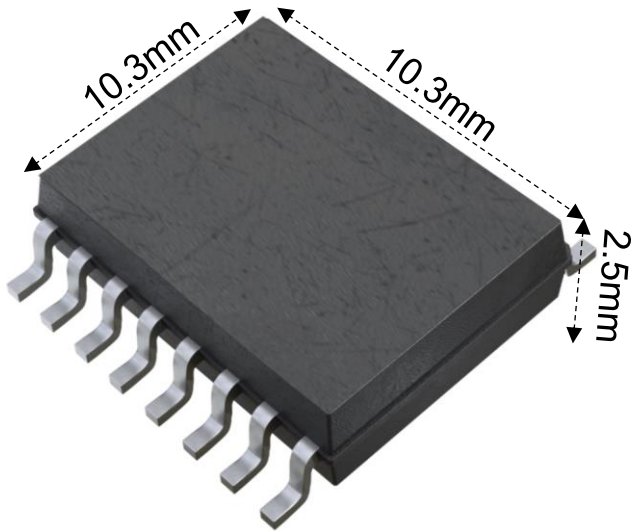
MIE1W0505BGLVH: 微功率超小尺寸隔离模块

MIE1W0505BGLVH与市面常见封装尺寸对比

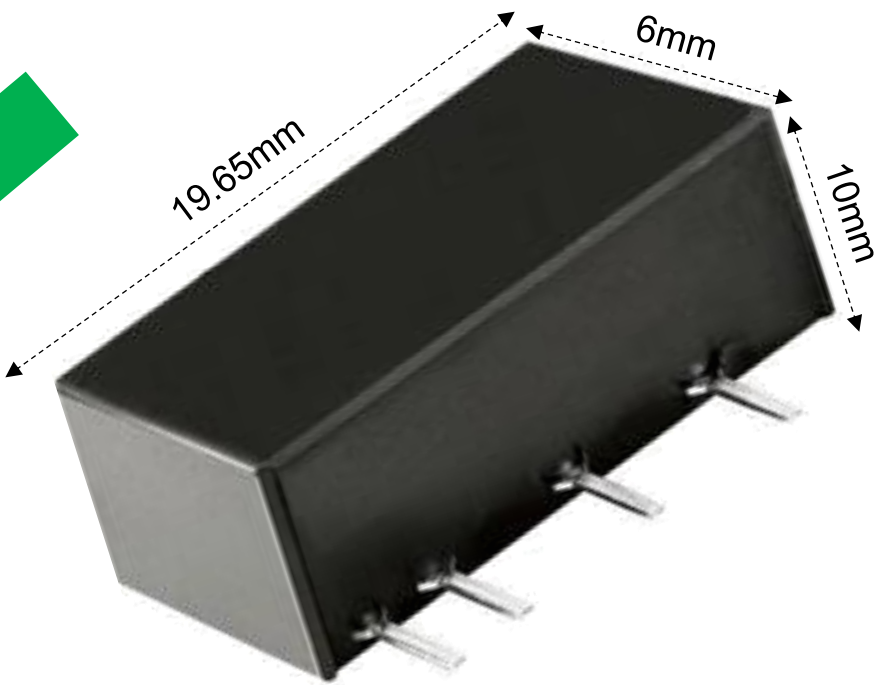
MIE1W0505BGLVH (LGA 4x5mm) 的整体体积只有市面上常见的SOIC封装的10%，仅有传统SIP封装的 2%



MPS LGA (4mmx5mm) 封装



标准SOIC-16W 封装



传统 SIP 封装

1/5

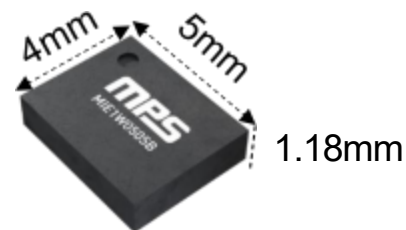
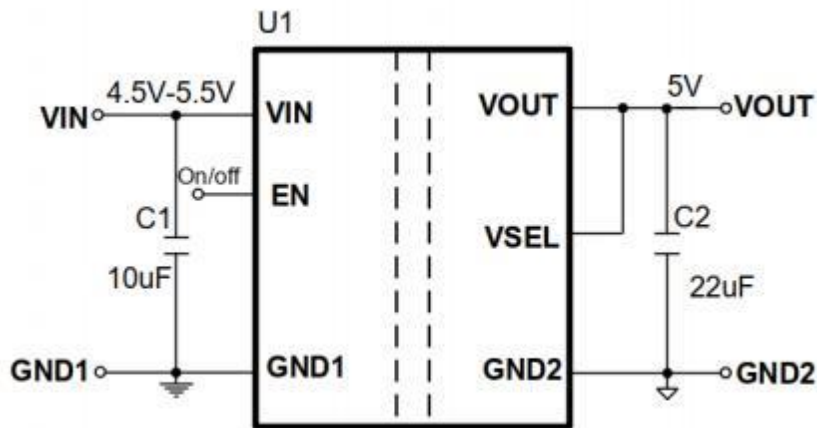
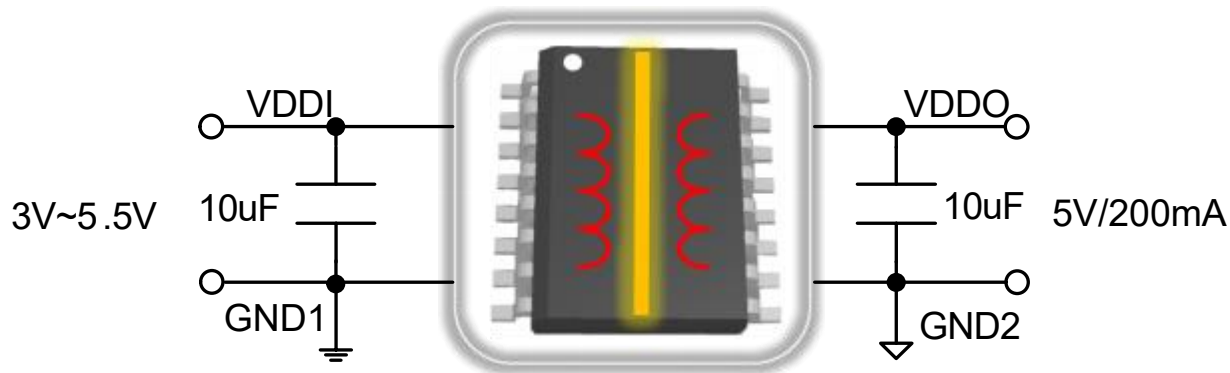
1/10

MIE1W0505BGLVH - 5V转5V隔离电源模块

关键特性

- 输入电压范围: 3V-5.5V
- 5V/3.3V可选输出电压
 - 5V \rightarrow 5V \geq 200mA 输出电流能力
 - 5V \rightarrow 3.3V \geq 200mA 输出电流能力
 - 3.3V \rightarrow 3.3V \geq 75mA 输出电流能力
- 良好的线性调整率和负载调整率
- 最大1W输出功率
- 支持无穷大容性负载
- SCP, OCP, OTP保护
- IEC62368-1认证
- 2.5kVrms隔离等级
- 良好的EMI特性: 满足CISPR 32 Class B标准
- 超小型的 LGA 4x5mm封装

典型应用电路

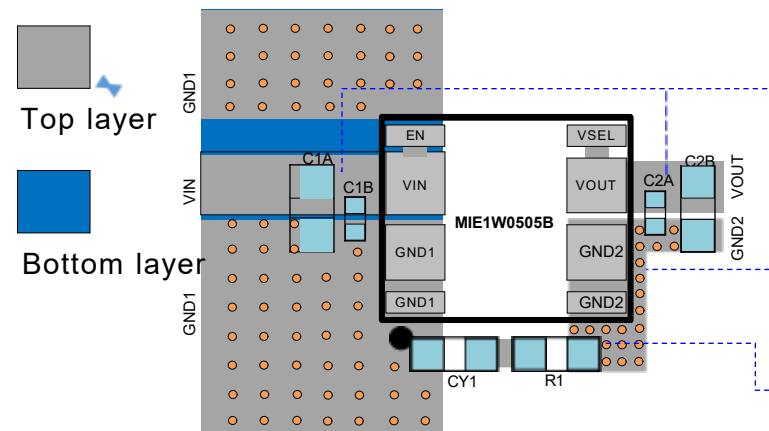


LGA 4x5mm
2.5kV isolation

MIE1W0505BGLV 参考布局

四层板

注意事项



1. 输入输出电容靠近芯片管脚放置， GND1上放置足够多的过孔以提升热性能。

2. GND2和VOUT的铺铜面积越小对EMI越好。

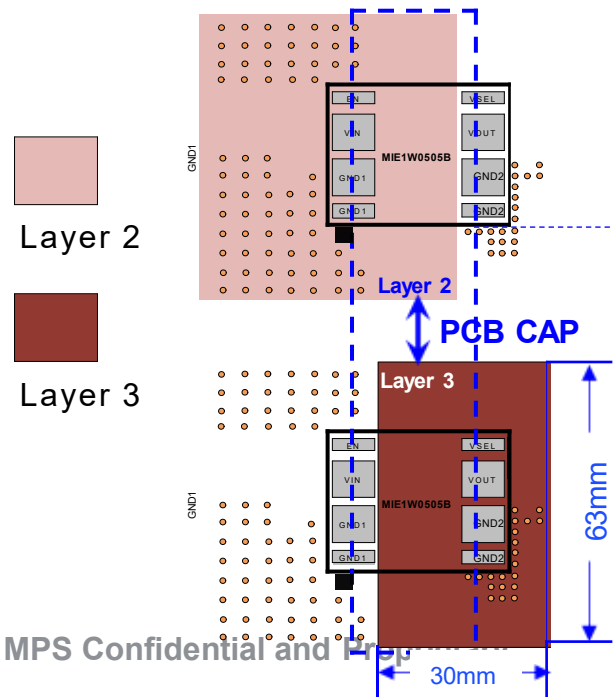
3. 外部Y电容（CY1+R1）靠近GND1(PIN1)和GND2(PIN2)管脚放置以减小走线ESL。

4. 第二层GND1和第三层GND2放置足够的过孔以减少层间Y电容的ESL，内层GND1和GND2重叠面积越大， EMI越好。

5. 第三层GND2推荐铺铜面积为63*30mm，用于形成层间Y电容。

6. 原副边必须满足物理隔离。

7. PCB板厚要满足隔离等级要求， FR4板材的电气强度是20~40 kVDC/mm。



MIE1W0505BGLV 参考布局

两层板

注意事项

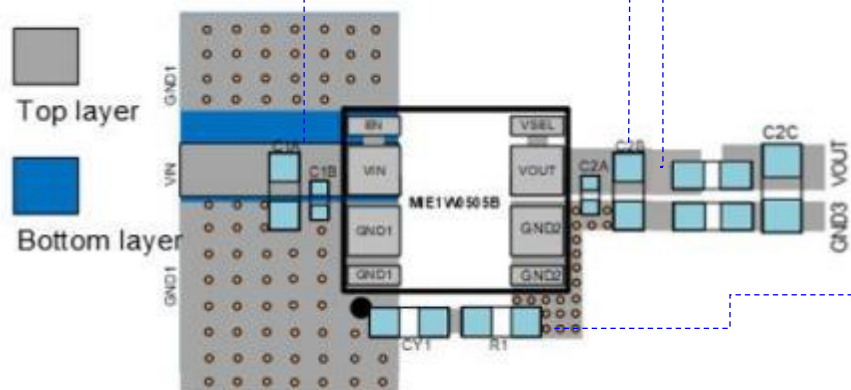
1. 输入输出电容靠近芯片管脚放置， GND1上放置足够多的过孔以提升热性能。

2. Top层GND2和VOUT的铺铜越小对EMI越好。

3. 原副边必须满足物理隔离。

4. 外部Y电容（CY1+R1）靠近Pin1和Pin2防止以减小走线ESL。

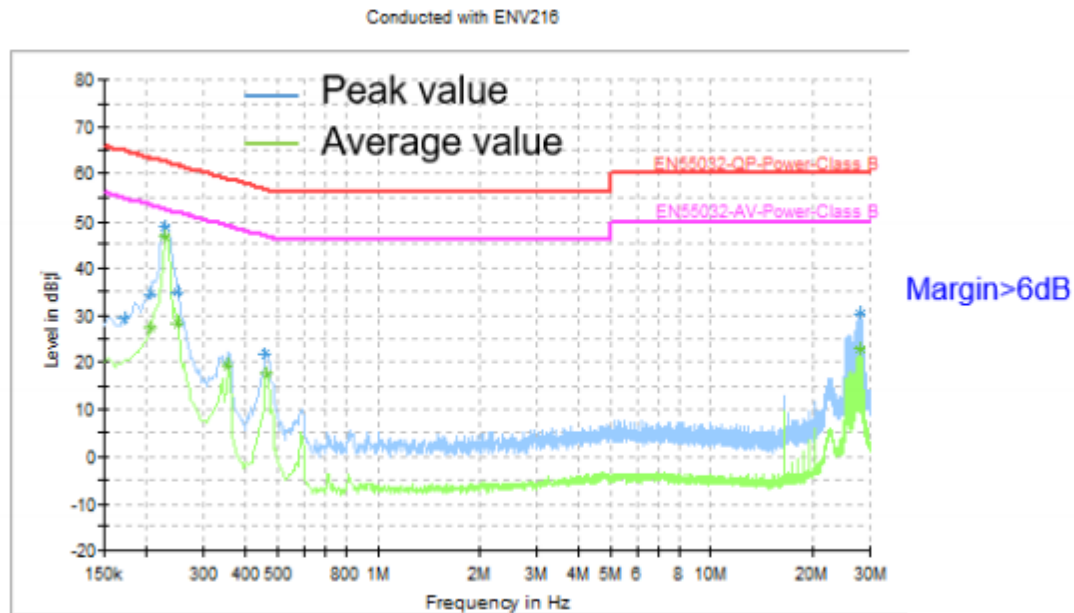
5. PCB板厚要满足隔离等级要求， FR4板材的电气强度是20~40 kVDC/mm。



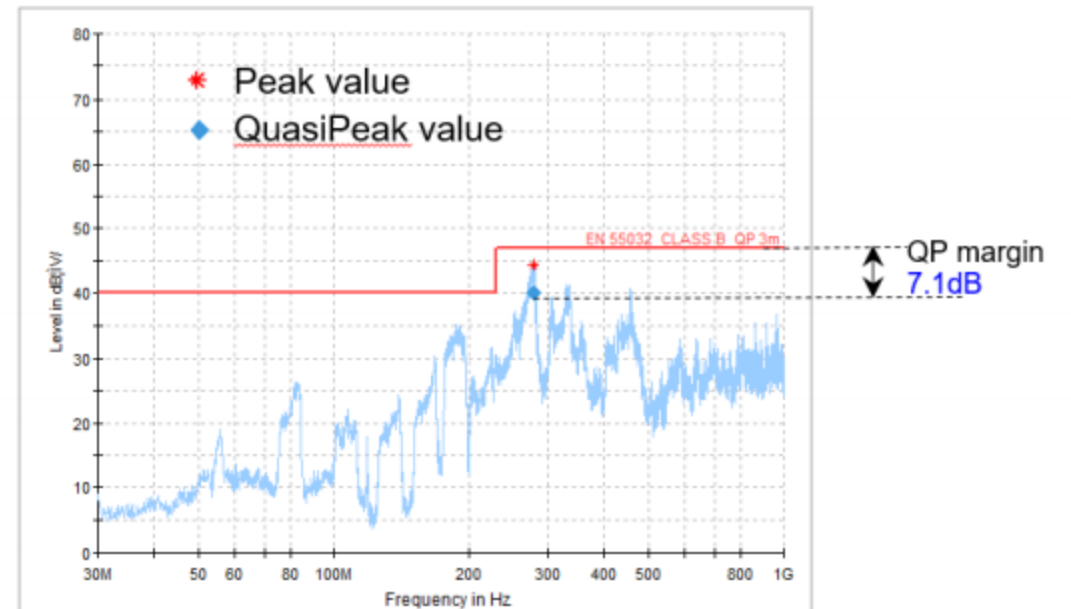
MIE1W0505BGLVH EMI

Vin=5V, Vout=5V/200mA, CISPR32 class B, 4层板

CE results

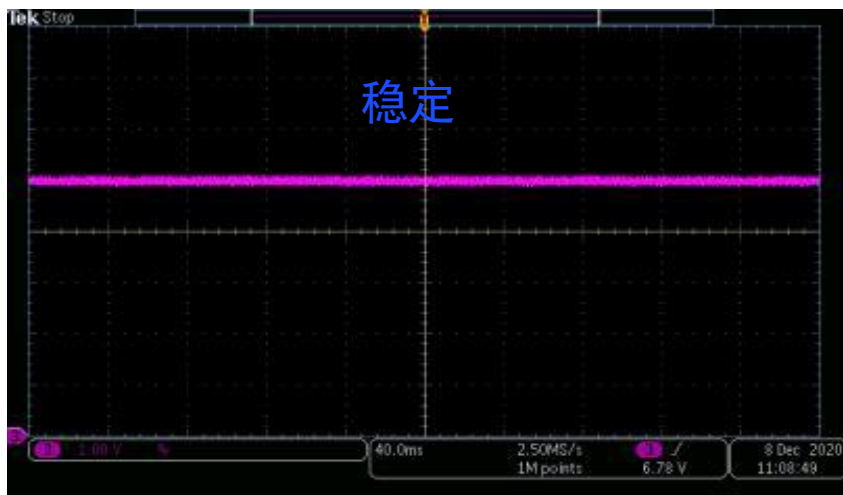


RE results



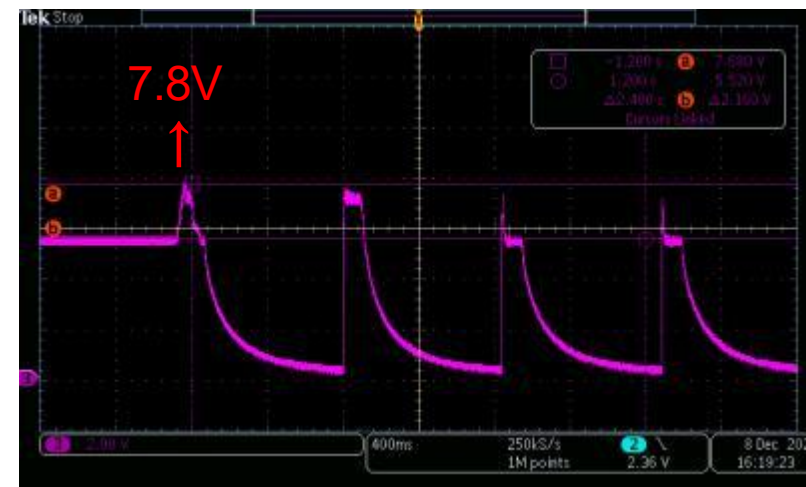
强磁场抗扰能力表现

MIExxW0505



测试条件

传统模块



MIE1W0505BGLVH应用场景

信号隔离

SPI、CAN、RS485、RS232

传感器供电

GaN驱动 偏置电源

MCU供电



更多应用场合:

- 尺寸限制
- 高度限制
- 抗震需求
- 防强磁需求

总结- MPS能够提供适用于SiC和GaN驱动偏置电源的多种解决方案

- **MPQ6007: 宽输入原边反馈有源箝位反激转换器**

IGBT/SiC驱动供电: 适合宽输入范围 5-36V→24V15W, PSR有源钳位, 高效率

- **MPQ18913: LLC 拓扑的隔离变压器驱动电源**

IGBT/SiC驱动供电: 适合固定输入12V/24V→24V10W, 高效率, 超低EMI

- **MIDxW2424A: 24V 1.5W/3W/6W 集成变压器隔离电源模块**

IGBT/SiC驱动供电: 适合固定输入24V→24V, 高效率, 超省空间, 超低EMI

- **MIE1W0505BGLVH: 微功率超小尺寸隔离模块**

GaN驱动供电: 5V→5V10W, 高效率, 高效率, 超省空间, 超低EMI

Thanks