



认识有源功率滤波器及其应用

刘广缘

Vicor高级应用工程师

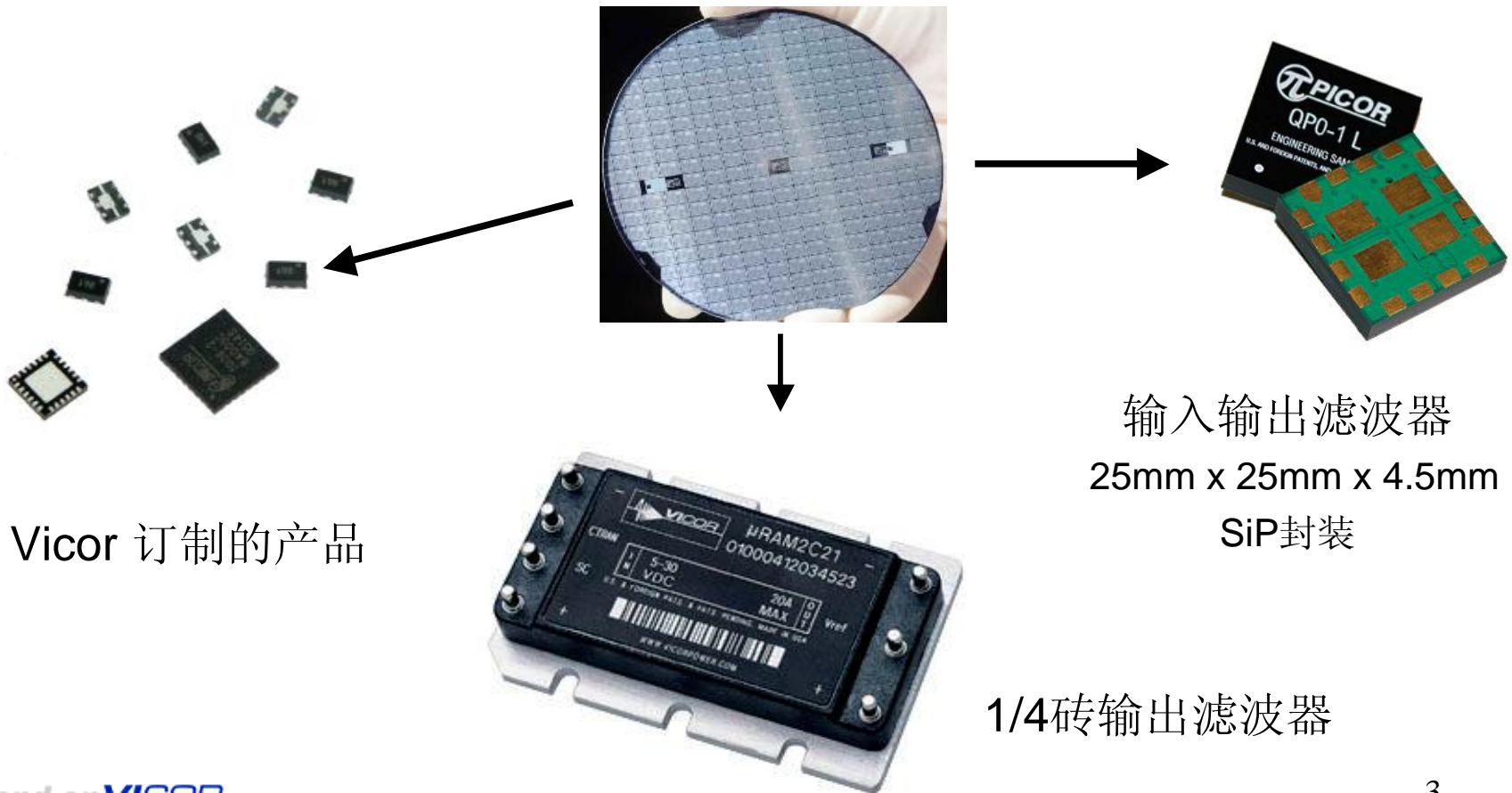


PICOR是谁

- ❏ Vicor合资拥有的子公司
- ❏ Picor 是一所专门研发功率集成电路的公司, 致力通过创新的集成电路提升功率转换技术, 并生产 **SiP** (systems in a package) 产品, 简化电源系统架构.



PICOR 的硅料产品





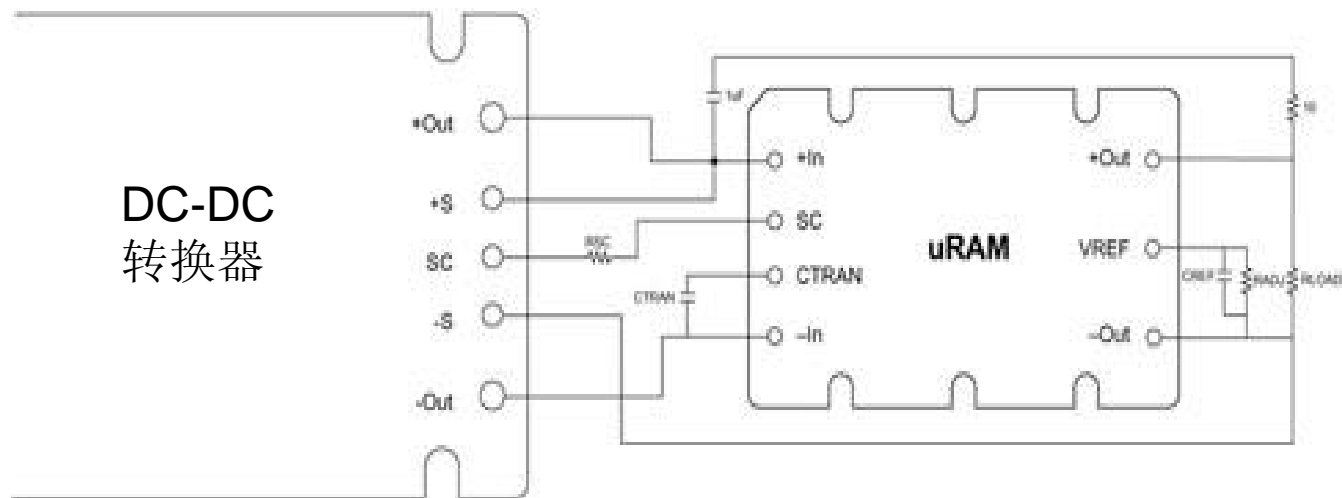
MicroRAM 输出滤波模块

- ⦿ 衰减纹波 > 40dB
- ⦿ 20A 及30A额定电流
- ⦿ 最低工作温度：-55 °C
- ⦿ 3 -30Vdc 输入
- ⦿ 可与多种转换器配套
- ⦿ 1/4砖封装



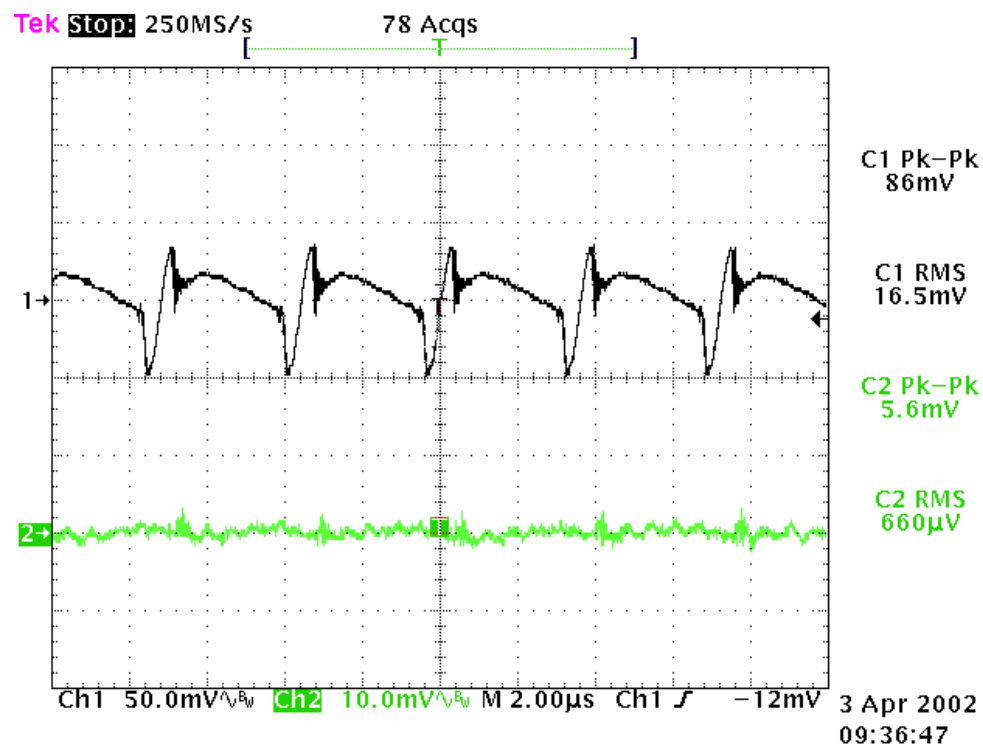


MicroRAM: 典型配置





MicroRAM: 典型纹波表现



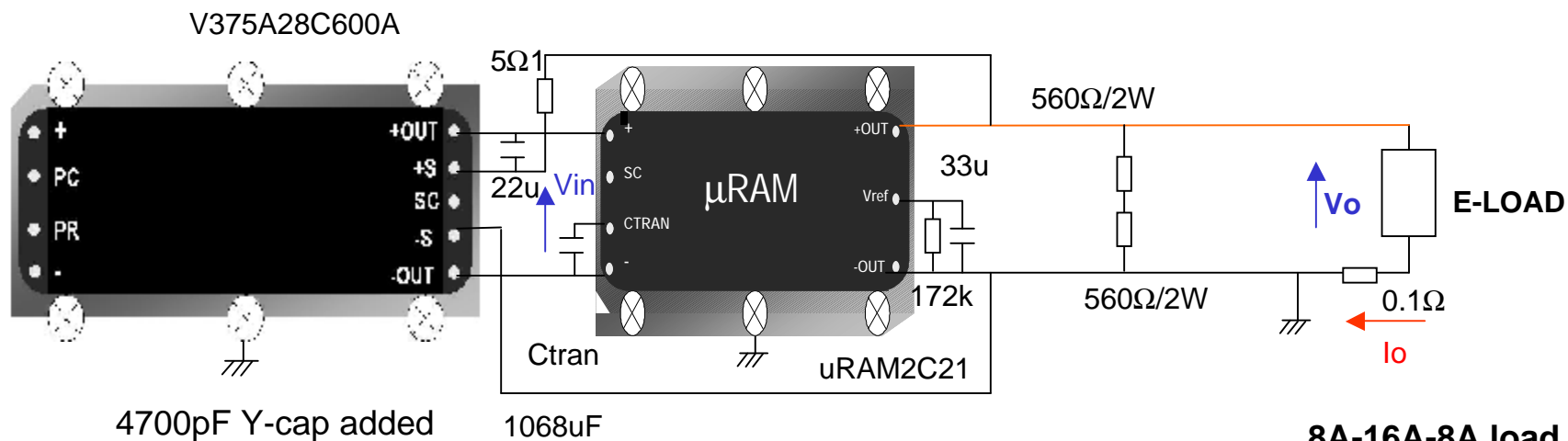
连接以下转换器SC端

V48C5C100BL – CH1 = V_i / CH2 = V_o / $V_i - V_o = 327\text{mV}$ / RHR = 31K

uRAM – 输入及输出纹波 @ 50% (10A) 负载



动态负载测试

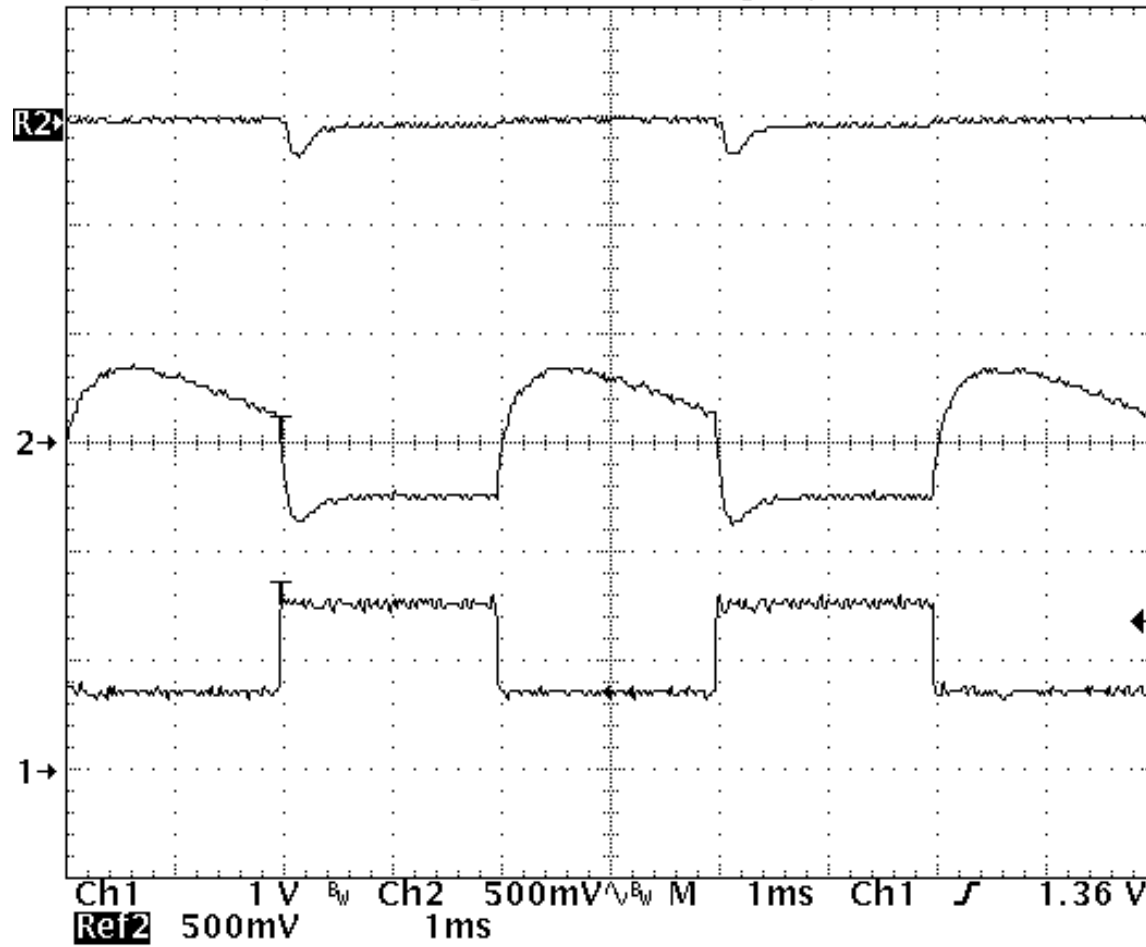


8A-16A-8A load step
0.5A/us rise/fall rate
2ms duration



Tek **Stop:** 50ks/s 885 Acqs

Vo



Ref2 Pk-Pk
200mV

Ch2 Pk-Pk
740mV

Vin

Io

8A-16A-8A load step
0.5A/us rise/fall rate
2ms duration



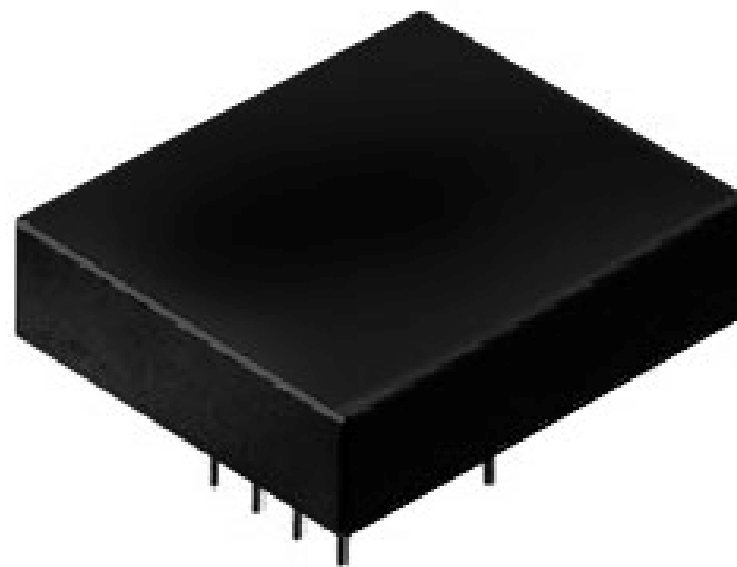
SiP(System-in-a-Package) 产品



Picor 的 SiP 产品是采用有源技术 缩小滤波器体积



Picor SiP 封装标准呎吋
25mm x 25mm x 4.5mm



其中一个无源方案
50mm x 40.6mm x 12.7mm



Picor有源滤波器的表现

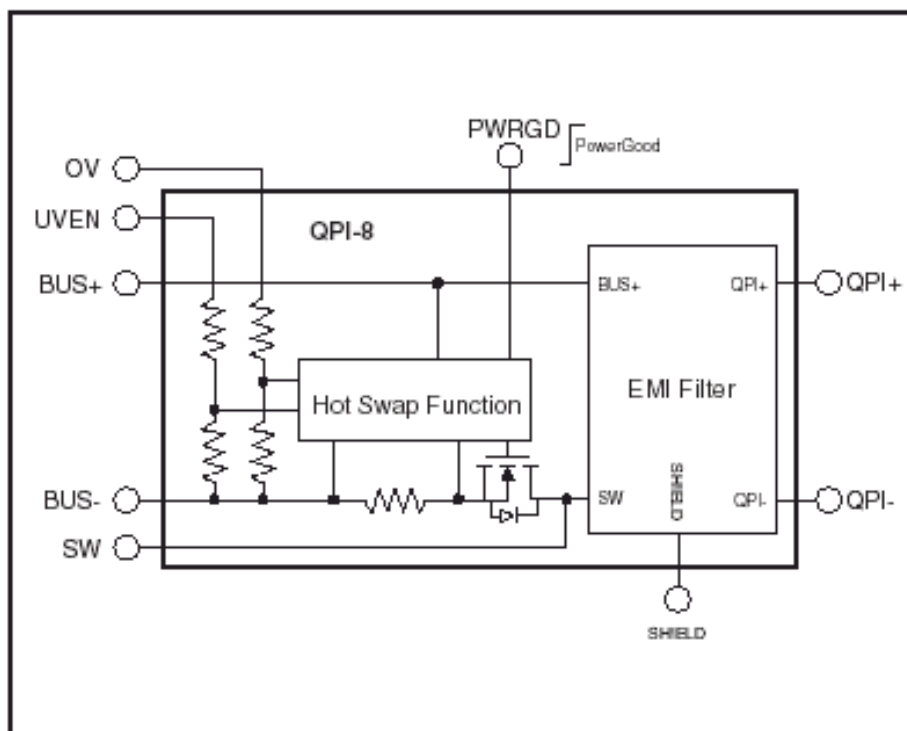
比较 QPI 输入滤波器与无源方案

- ⊕ 差模噪声衰减能力大10 至 30dB
- ⊕ 共模噪声衰声衰减能力大 20dB
- ⊕ 1,500V 隔离到屏蔽面 *
- ⊕ 浪涌电压: 100V (额定)
- ⊕ 工作温度 : -40°C -100°C
- ⊕ 效率 > 99% (满载)

* 24V 系列的隔离电压是 707Vdc



SiP 设计集成多项功能 方块图



方块图: EMI 滤波器及热插拔



例子:QPI-8 带热插拔功能的
EMI滤波器



QPI (Quiet Power Input) 滤波器系列

型号	标称	范围	电流(A)	共模噪声	差模噪声
QPI-3L	24/28	10-40Vdc	7A	>60dB	>80dB
QPI-4L	48/60	32-80Vdc	7A	>40dB	>70dB
QPI-5L	24/28	10-40Vdc	14A	>60dB	>80dB
QPI-6L	48/60	32-80Vdc	14A	>40dB	>80dB

可热插拔的滤波器

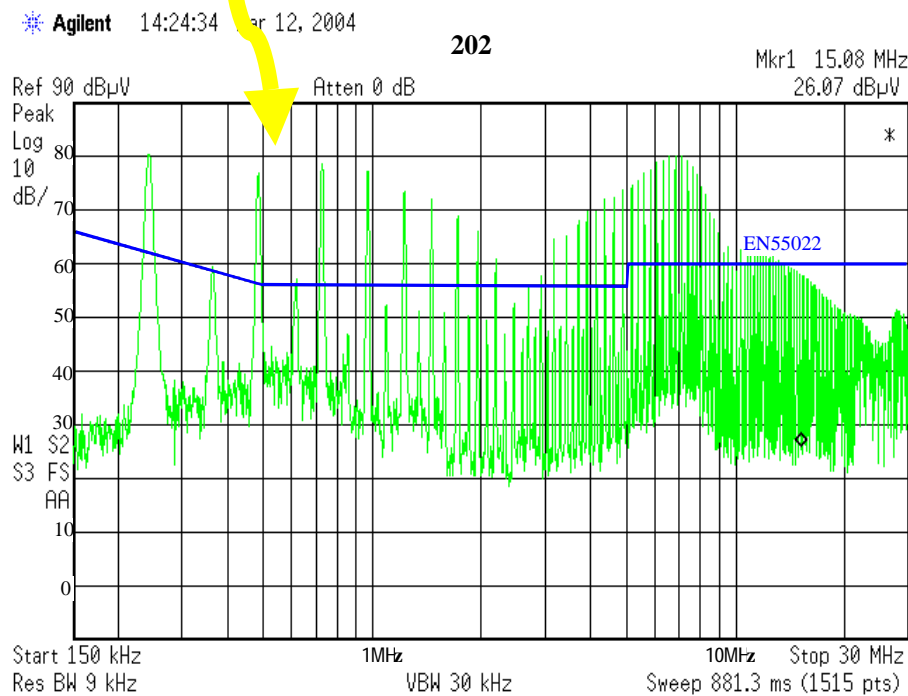
QPI-8L	48/60	32-80Vdc	200W*	>40dB	>70dB
--------	-------	----------	-------	-------	-------

* 200 Watts, 按照 ATCA 要求



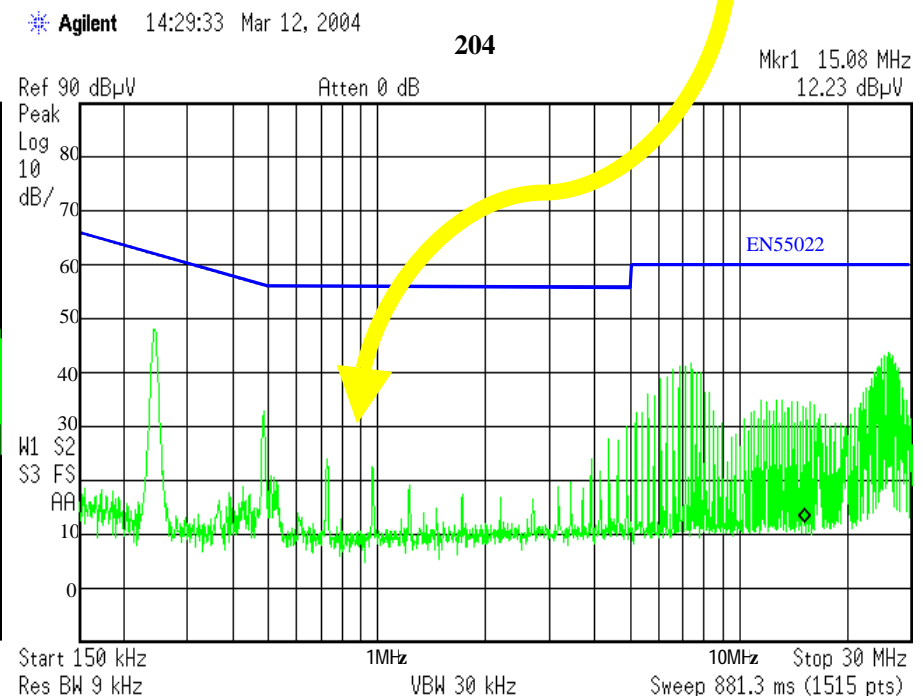
QPI 滤波器令系统噪声符合 EN55022B 标准

之前



PQ48033HTA50: Vin=48V; Vout=3.3V Pout=150W

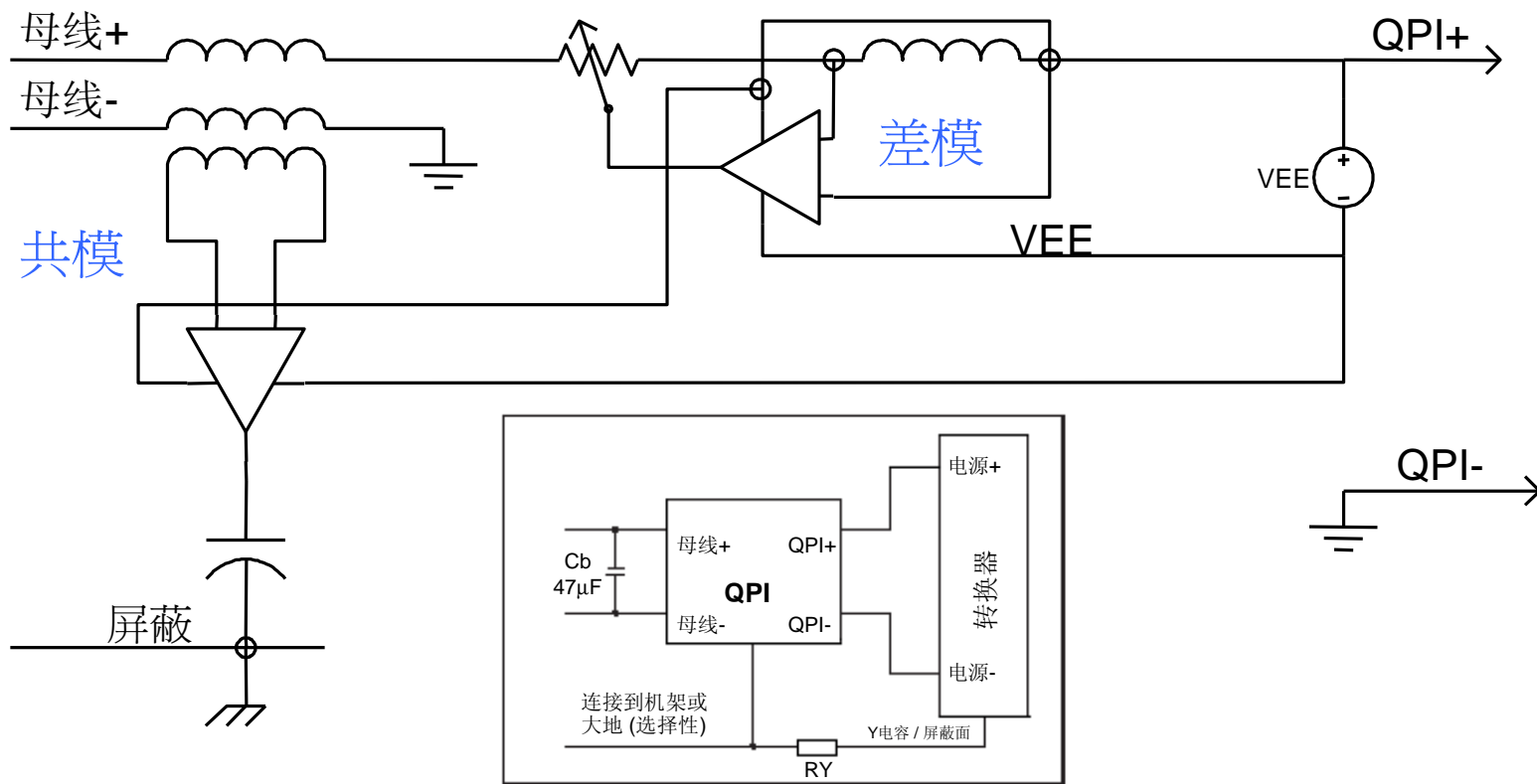
之后



PQ48033HTA50 +QPI-1L: Vin=48V; Vout=3.3V Pout=150W



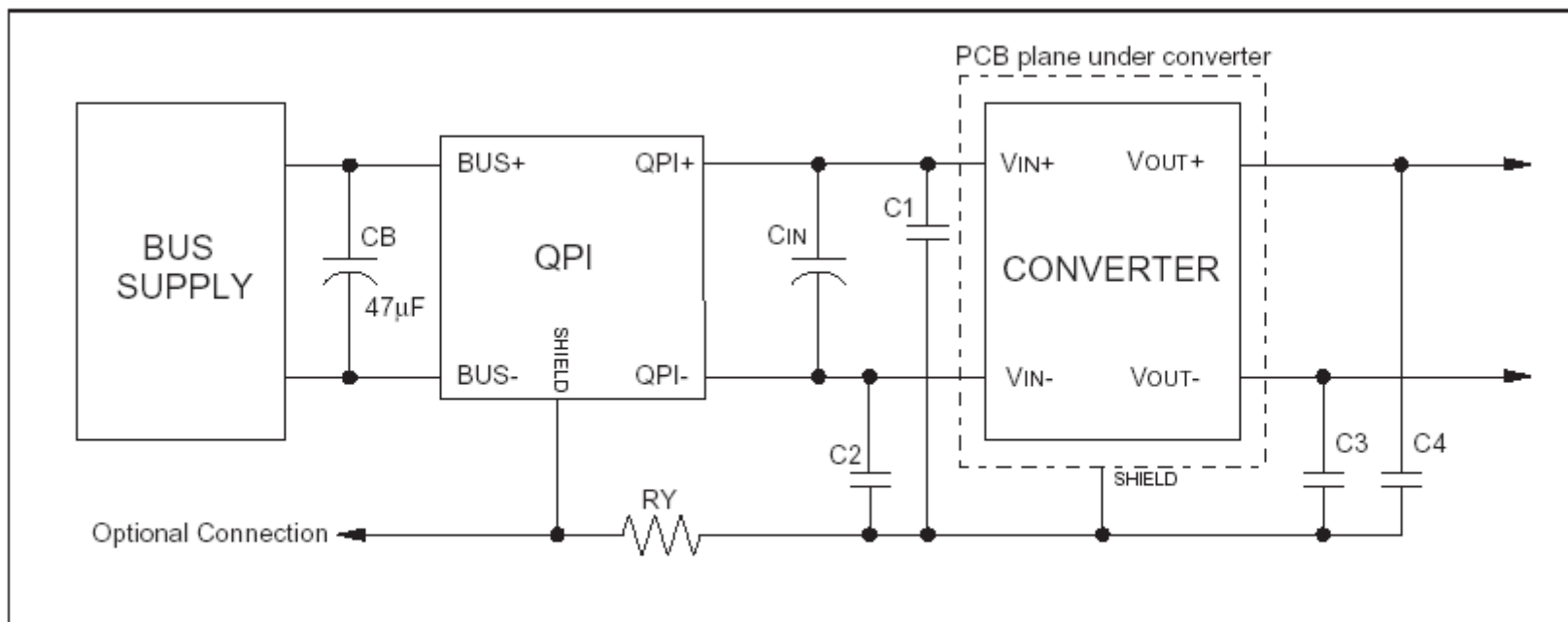
QPI 方块图



QPI 输入母线电路



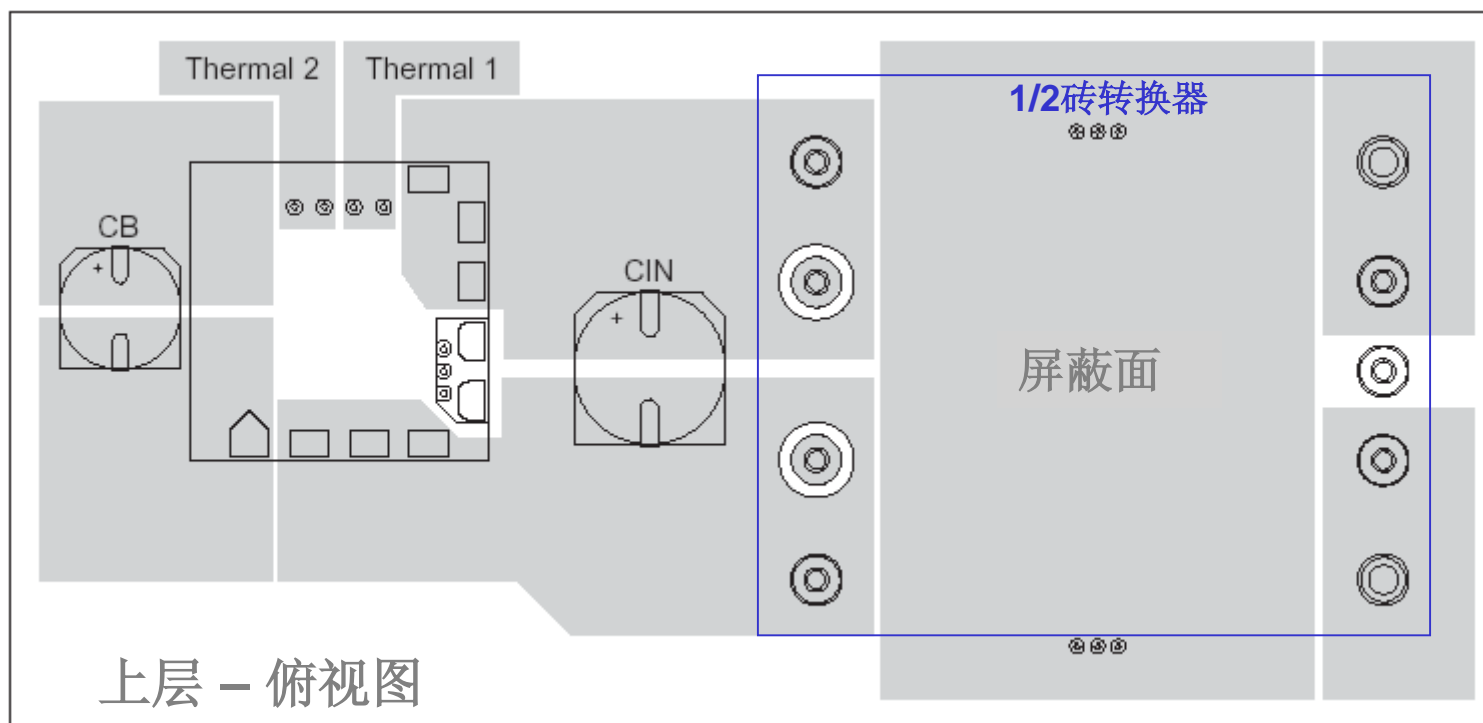
QPI 建议原理图



QPI 建议原理图. C_{IN} 和 $C1-C4$ 的数值应以转换器生产商的建议为准.
如生产商没有建议数值, 可用 $47nF$ 电容.

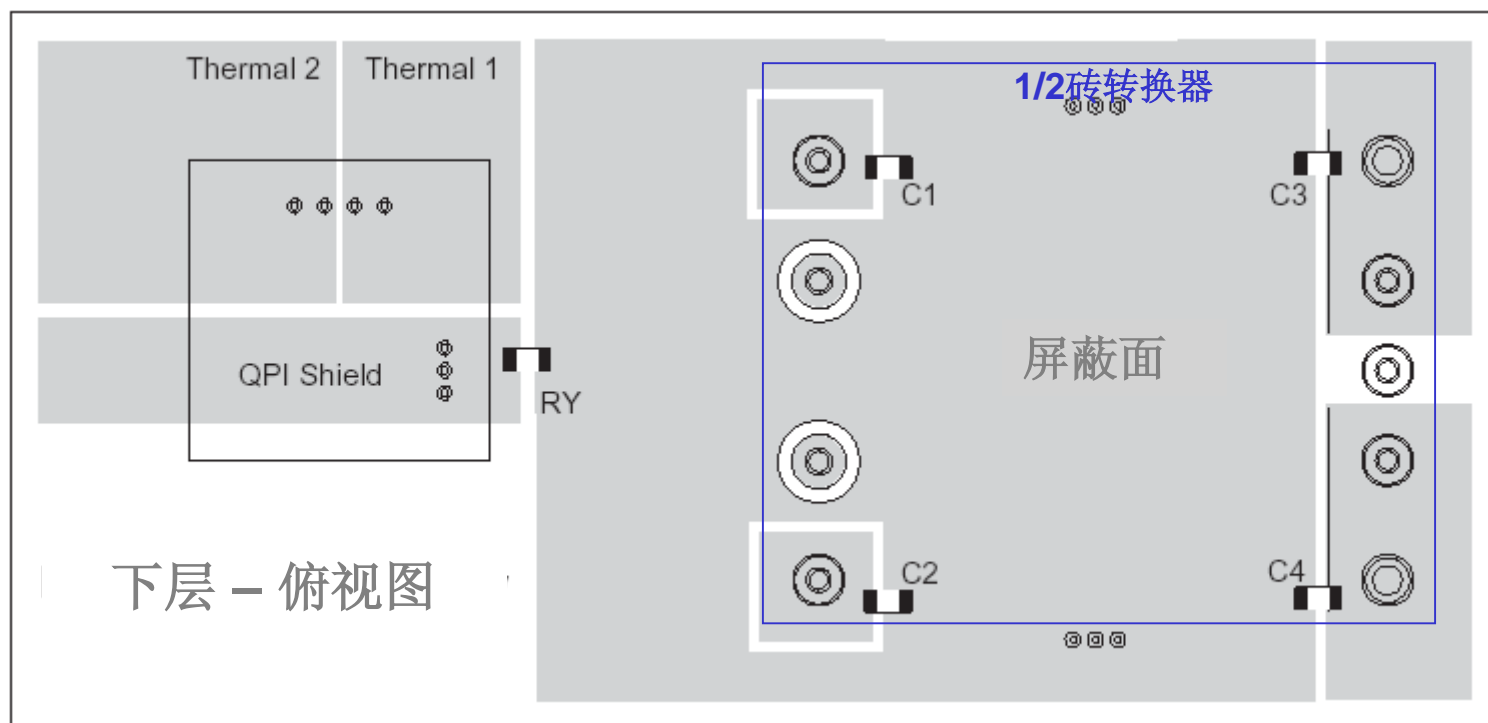


PCB 布局





PCB 布局





“高新电信计算架构” (*AdvancedTCA™*)



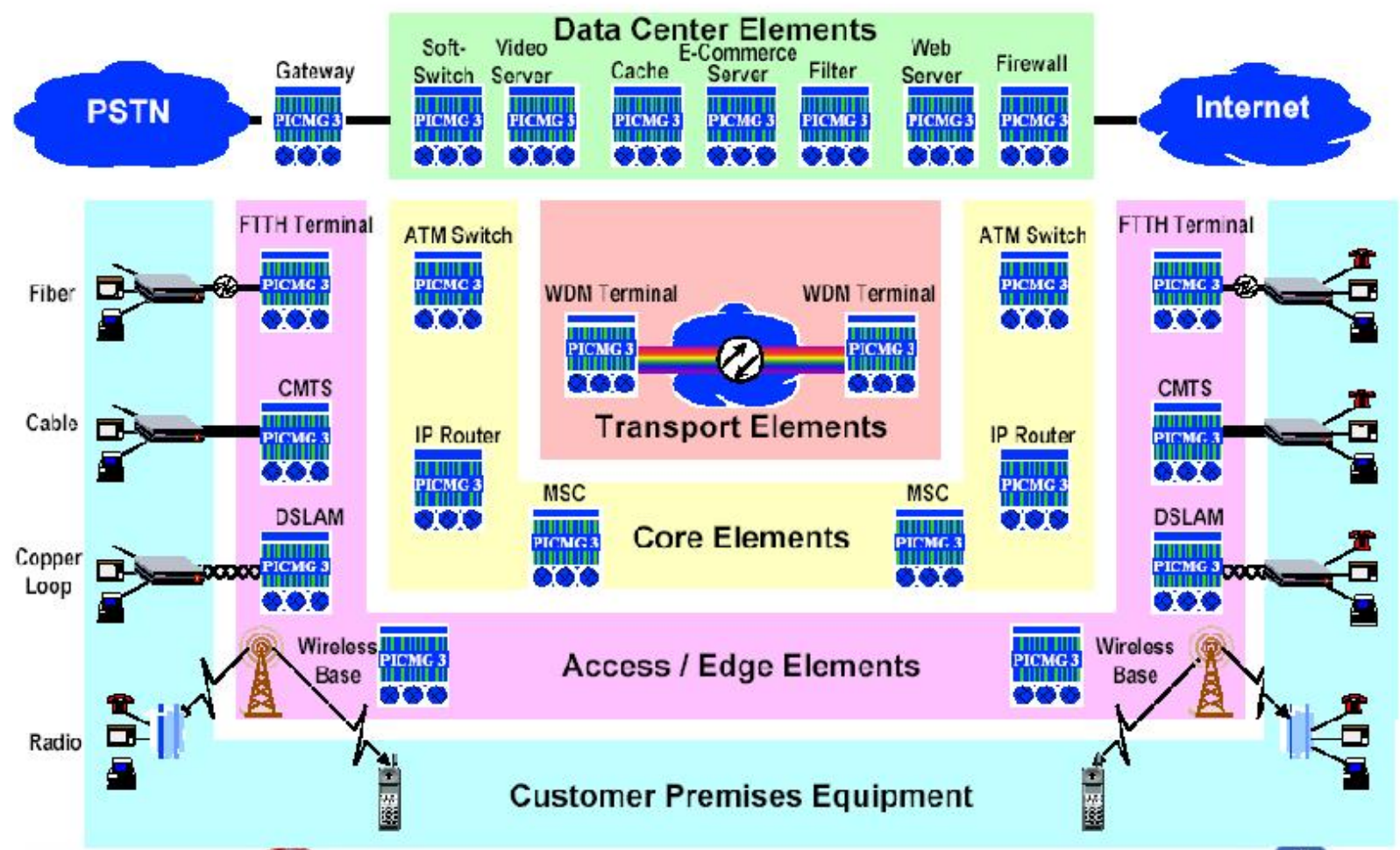
AdvancedTCA™

PICMG 3.0
Short Form Specification

January 2003



明日的网络





为何使用 QPI-8

- ⦿ 细小封装省却板上空间
- ⦿ 优越的噪声衰减
- ⦿ 集成化热插拔
- ⦿ 可更动输入欠压/过压保护
- ⦿ 对温度变化表现较一致
- ⦿ 对大多数开关拓璞都有效



QPI-8 特性

- ☉ 符合48或60Vdc总线应用 (36-75Vdc)
- ☉ 对DC-DC转换器提供热插拔加**EMI滤波**全功能
- ☉ 符合ACTA™ PICMG3.0® 热插拔需求
- ☉ EMI滤波器对 150kHz 至 30MHz 传导共模及差模噪声进行衰减
- ☉ 浪涌电流限制及断路器设计为满足ATCA刀片板, 最高200W负载要求
- ☉ 预设及可动欠/过压门限
- ☉ 功率正常正逻辑指示



AdvancedTCA™ 需求

- ⦿ 传导发射需低于CISPR 22/EN55022级别B水平
- ⦿ 刀片板总功率不超出 200W
- ⦿ 刀片板输入操作电压
 - -48Vdc系统:-40.5Vdc 至-57Vdc
 - -60Vdc系统:-50Vdc 至-72Vdc
 - 电压瞬变
 - -200V, 5us
 - -100V, 10us
 - -0V, 5ms (掉电, 需维持能量)
 - -75V, 100ms
- ⦿ 浪涌电流在1ms内不应超出正常的5倍
 - 正常电流 : $200W/40V=5A$
 - 浪涌电流 <25A

参考附录, 更详细的ACTA™ PICMG3.0要求资料



QPI-8 特征

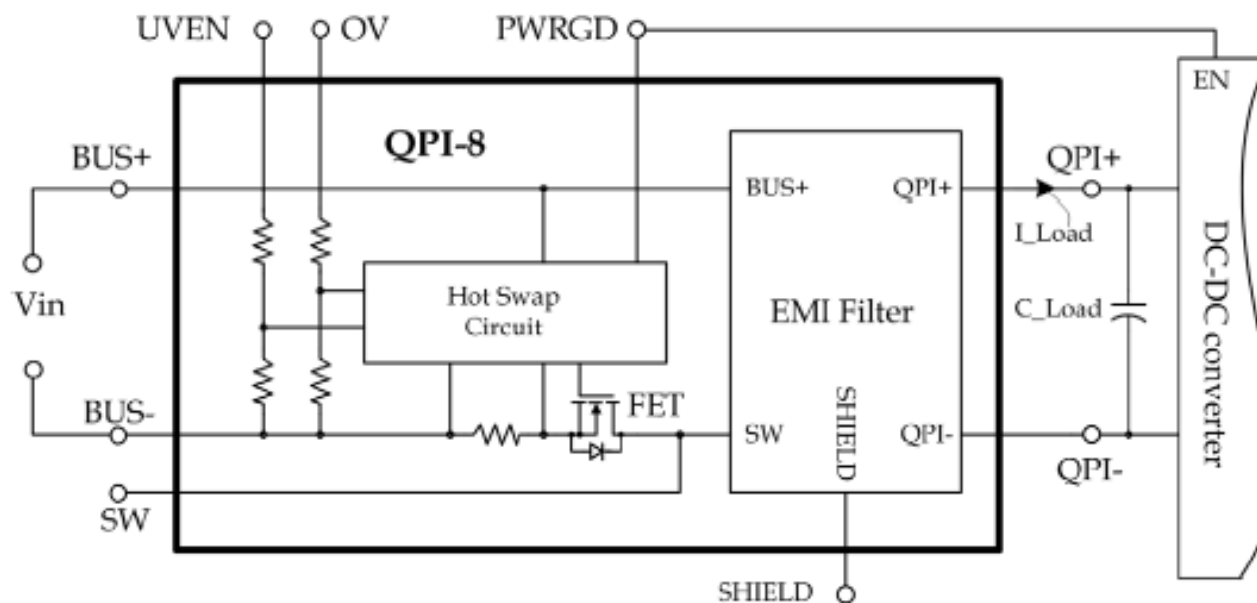
- Ⓢ 输入电压：
 - 80Vdc连续操作
 - 100Vdc, 100ms 浪涌
- Ⓢ EMI 滤波器衰减
 - 共模 >40dB@250kHz
 - 差模 >70dB@250kHz
- Ⓢ 1500V对地隔离
- Ⓢ 热插拔: 6A带延时断路器加上12A限流
- Ⓢ 封装: 25 x 25 x 4.5mm, LG SiP(系统化的封装)
- Ⓢ 操作温度 (PCB): -40°C至 +100°C
- Ⓢ 效率: >99%



QPI-8 功能图

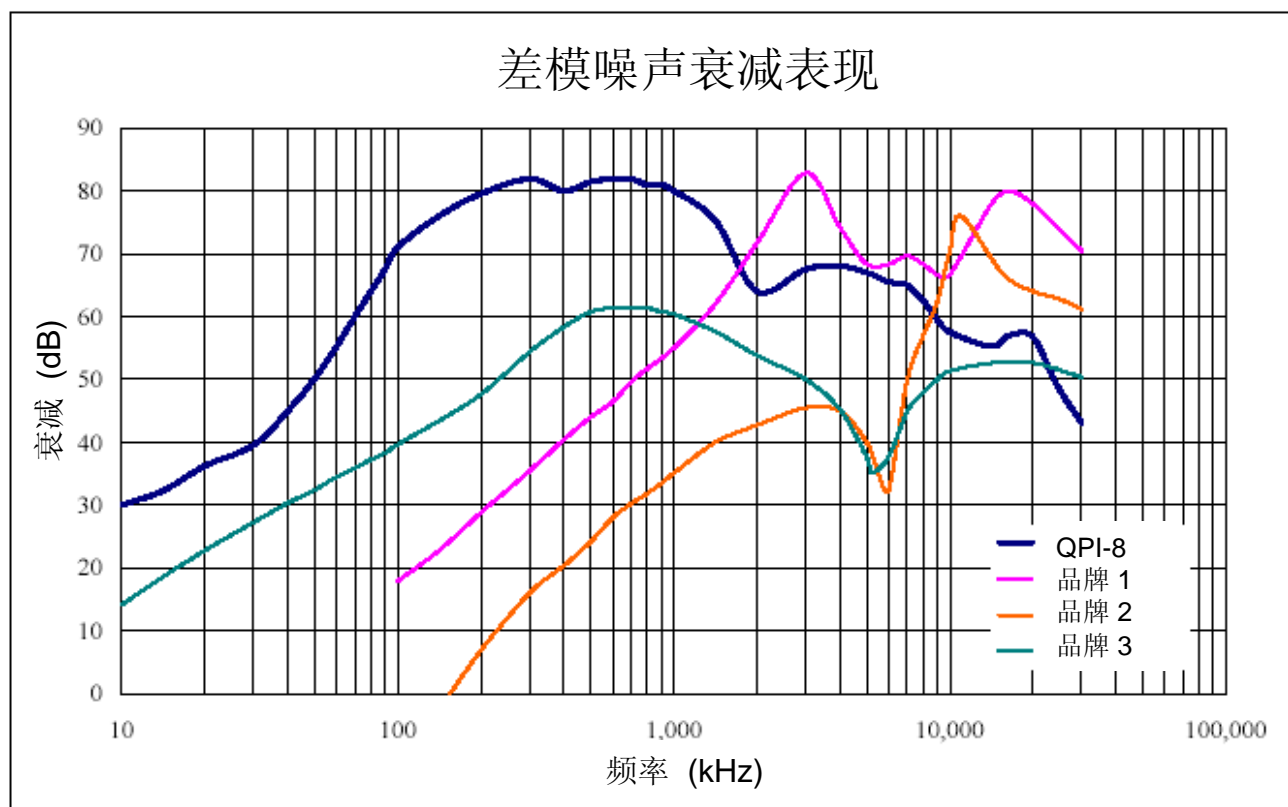
QPI-8备两项功能

- 有源**EMI滤波器**: 衰减共模及差模噪声
- 热插拔: 限制浪涌电流



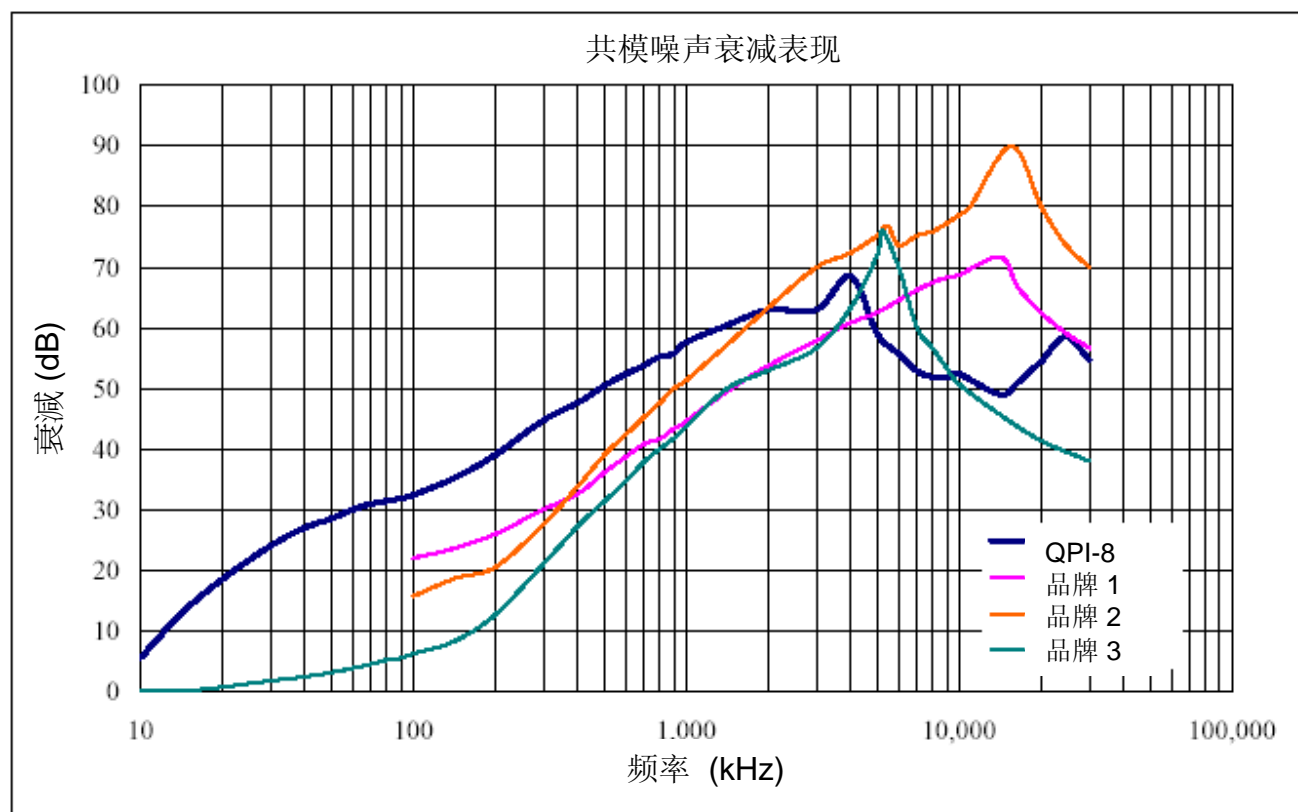


QPI-8 输入滤波器与其它无源滤波器的比较



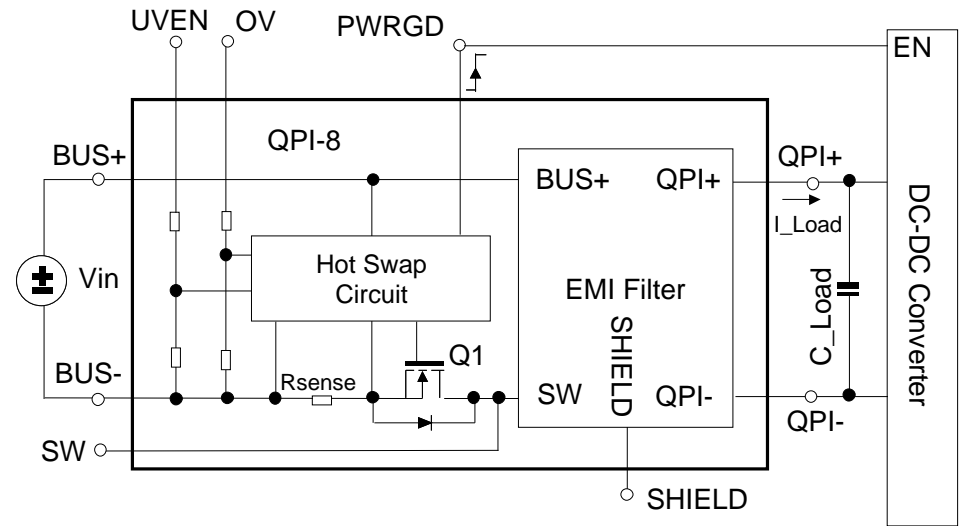


QPI-8 输入滤波器与其它无源滤波器的比较



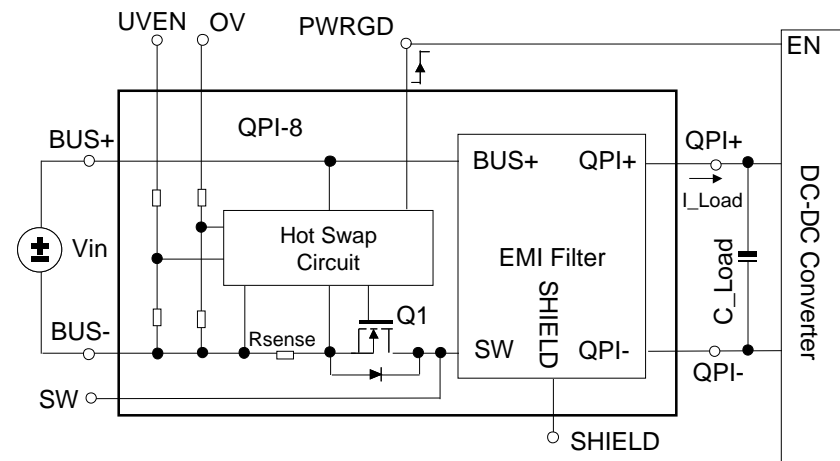
热插拔功能

- 初始启动时QPI-8开关“Q1”是关断的
- 当加上Vin升到欠压锁定门限
 - Q1导通前, 控制电路先等候15ms
 - I_Load上升对C_Load充电
 - 控制器限定 I_Load在12A, 同时激活错误断路定时器
 - 如 I_Load在计时完结后仍在6A之上, Q1会被关掉95ms以限制功耗, 然后重复这个周期
 - 错误定时器时段 $oc\ 1/V_{ds} \cong 300\mu s$ 至1200us
 - C_Load电压增加, 跨过Q1电压相应减小
 - 如 I_Load在计时完结前低于6A, Q1导通, PWRGD成立



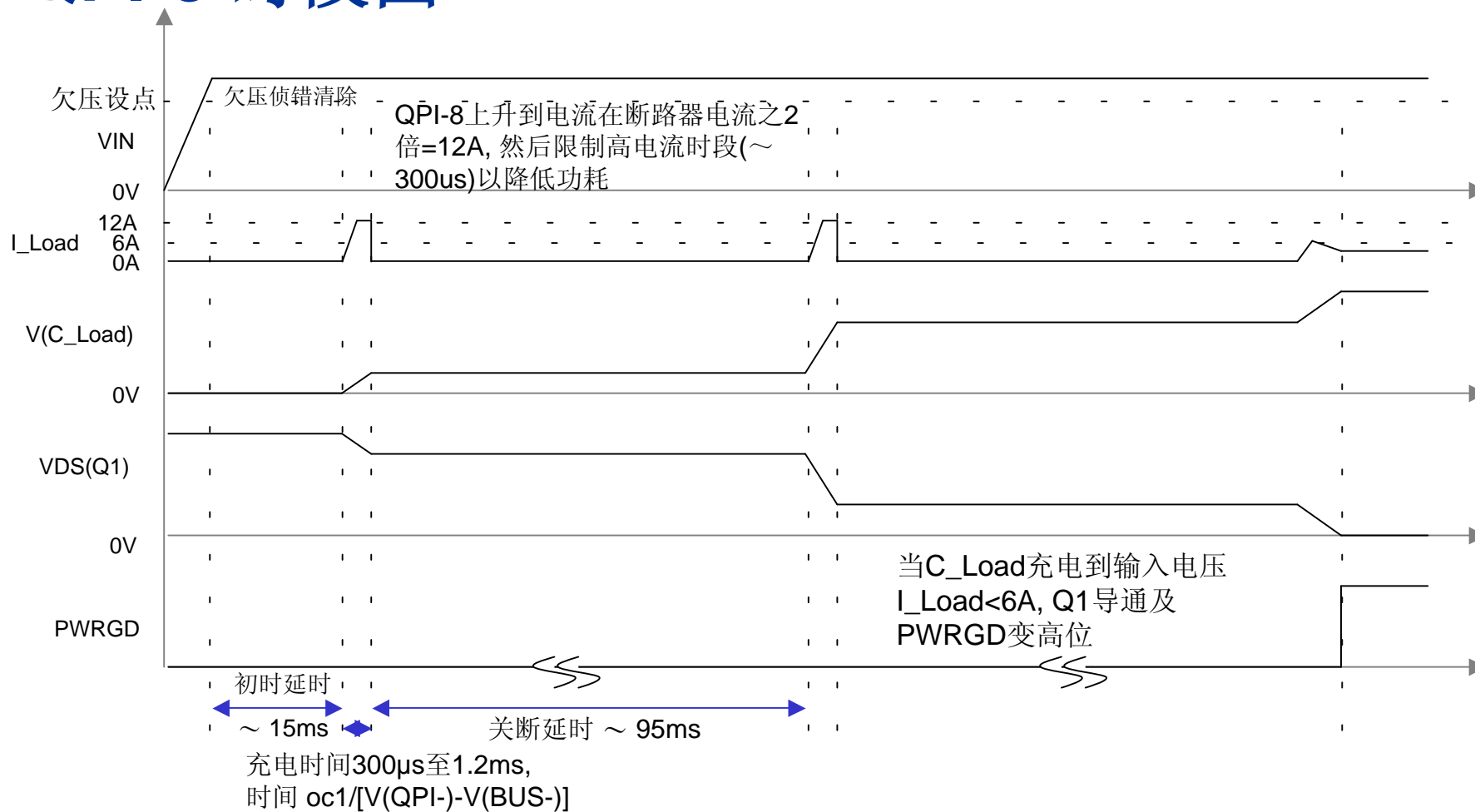
热插拔功能 (续)

- 系统正常操作时Q1为饱和导通
 - 如 I_{Load} 超出6A但低于 12A, 错误定时器 在300us以后关掉 Q1, PWRGD为低; 然后Q1 关掉周期重复, 与初始动作情形一样
 - 如热插拔控制感应到负载短路电流瞬态大于 12A
 - Q1关掉
 - PWRGD变低
 - 等待95ms后重新开始动作
 - 停留在低占空比模式, 待短路清除





QPI-8 时段图



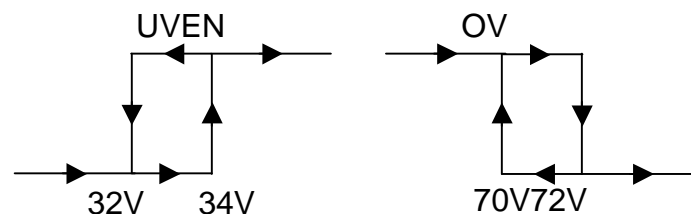


欠压, 过压 (UV, OV)

UV及OV为预设

- **UVEN:** 34V激活, 32V关断
- **OV:** 70V激活, 72V关断

UV及OV门限可分别经 UVEN 及 OV 输入调动, 利用外接之串联电阻 RUVEN 及 ROV 实行

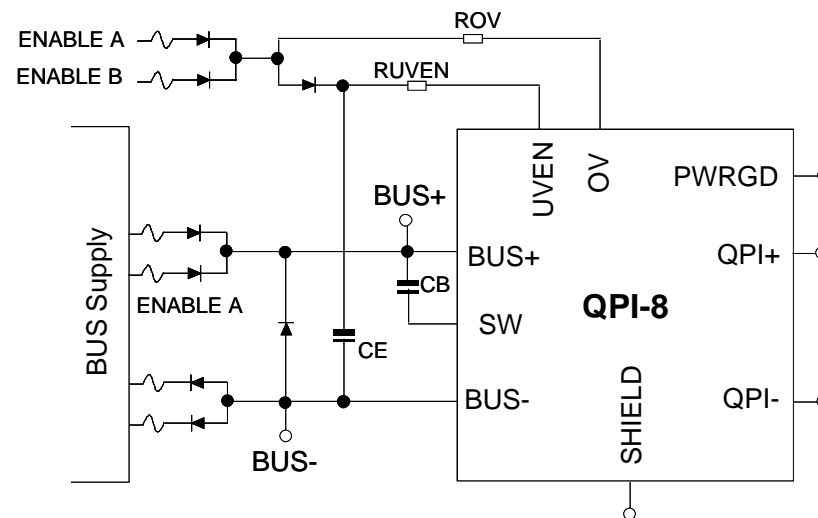


$$OV_{Lo} = 2.5V + (ROV+200k\Omega)*348\mu A$$

$$OV_{Hi} = 2.5V \frac{(ROV+206800\Omega)}{6800\Omega}$$

$$UVEN_{Lo} = 2.5V \frac{(RUVEN+108450\Omega)}{8450\Omega}$$

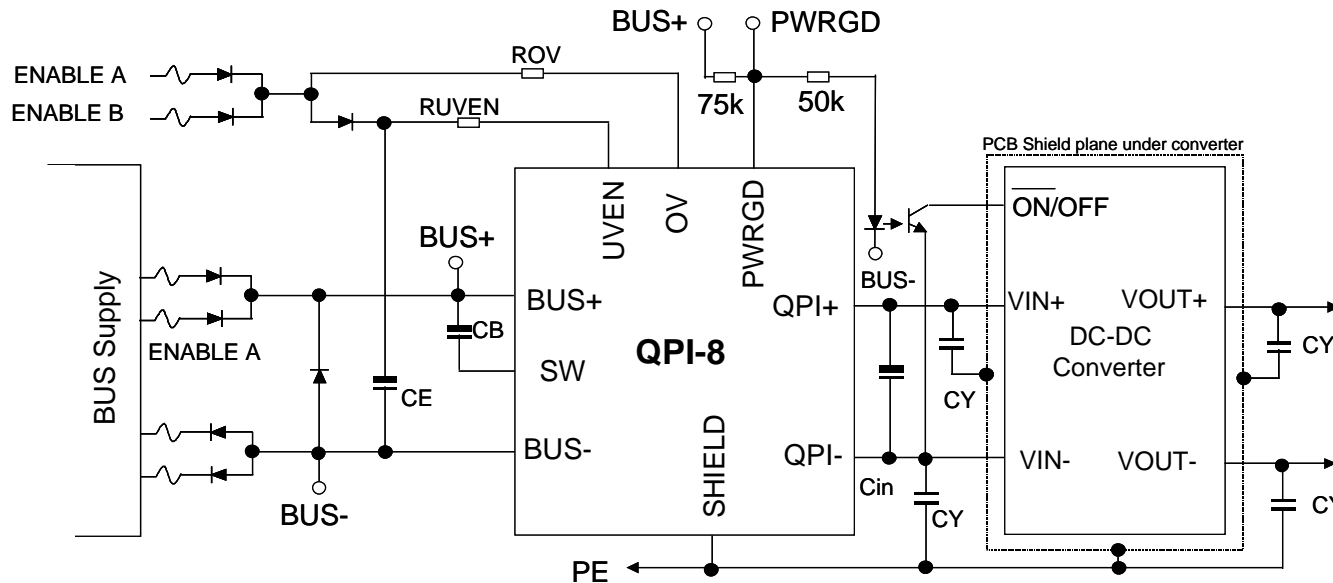
$$UVEN_{Hi} = 2.5V + (RUVEN+100k\Omega)*316\mu A$$



功率正常指示 (PWRGD)

☺ PWRGD驱动接转换器开/关脚之光耦

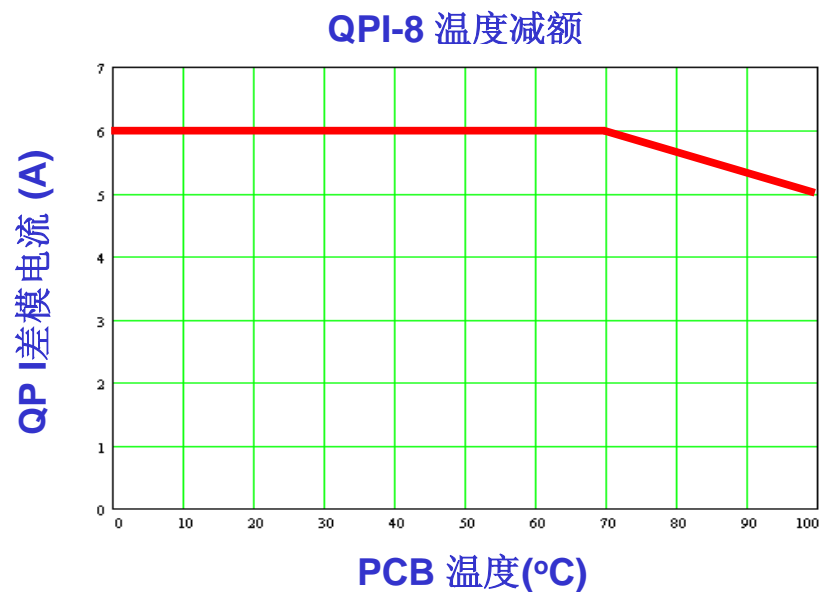
- PWRGD为高位: 当UV及OV在限内及Q1导通
- PWRGD为低位: 当UV及OV在限外或Q1关掉
- 加CE(约2.2uF)使PWRGD在走向低位前延时5ms(在掉电瞬态时)





电流减额

- QPI-8在70°C PCB温度下为6A额定
- 在48V输入及70°C PCB时, QPI-8支持288W负载
- 在48V输入及100°C PCB时, QPI-8支持240W负载
- QPI-8减额是基于Q1安全操作区





封装

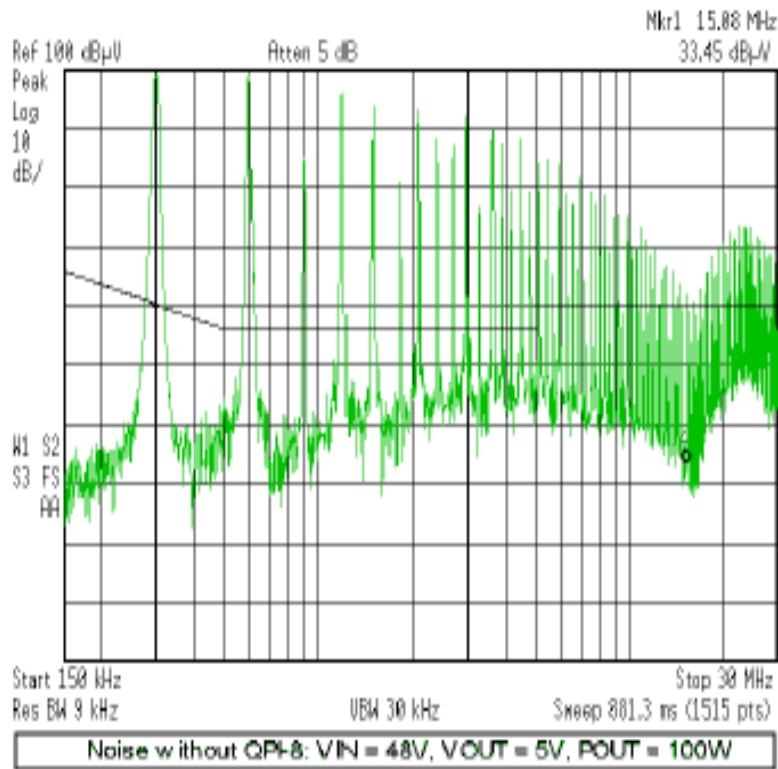
⦿ 25 x 25 x 4.5mm SiP(系统封装), LGA引脚

引脚	名称	特征
1, 16	BUS-	负总线电位
2, 3, 15	SW	受控于热插拔功能之负轨
4	SHIELD	屏蔽脚接转换器屏蔽点及经RY之Y电容共同端
5, 6	QPI-	接转换器负输入
7, 8	QPI+	接转换器正输入
10	PWRGD	开路集极, 当功率非正常时为低位
12, 13	BUS+	正总线电位
14	UVEN	高端UV电阻分压
11	OV	高端OV电阻分压
9	Not Used	不接

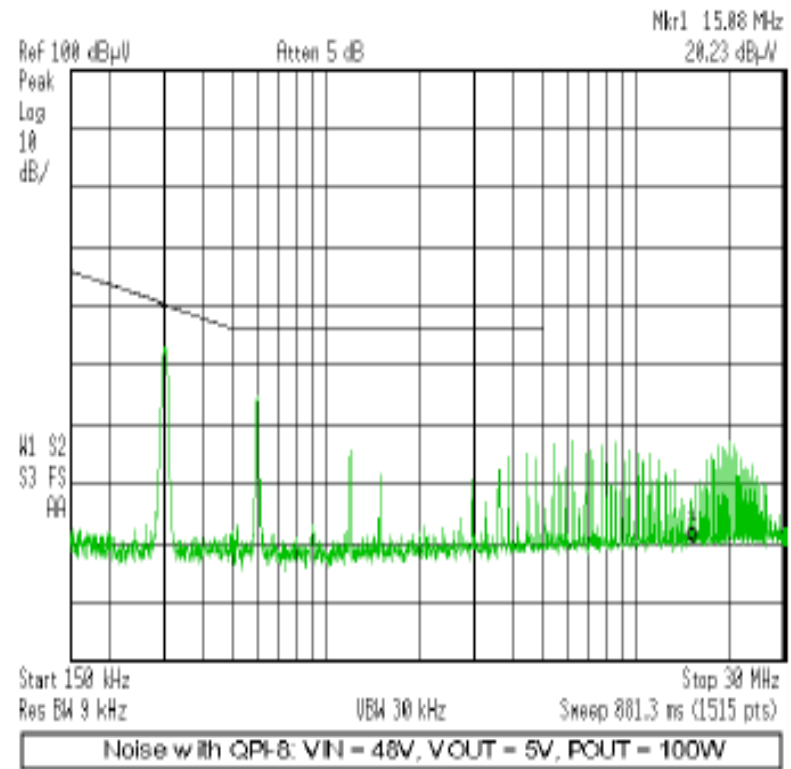


QPI-8 测试: 滤波表现

* Agilent 15:20:43 Mar 12, 2004

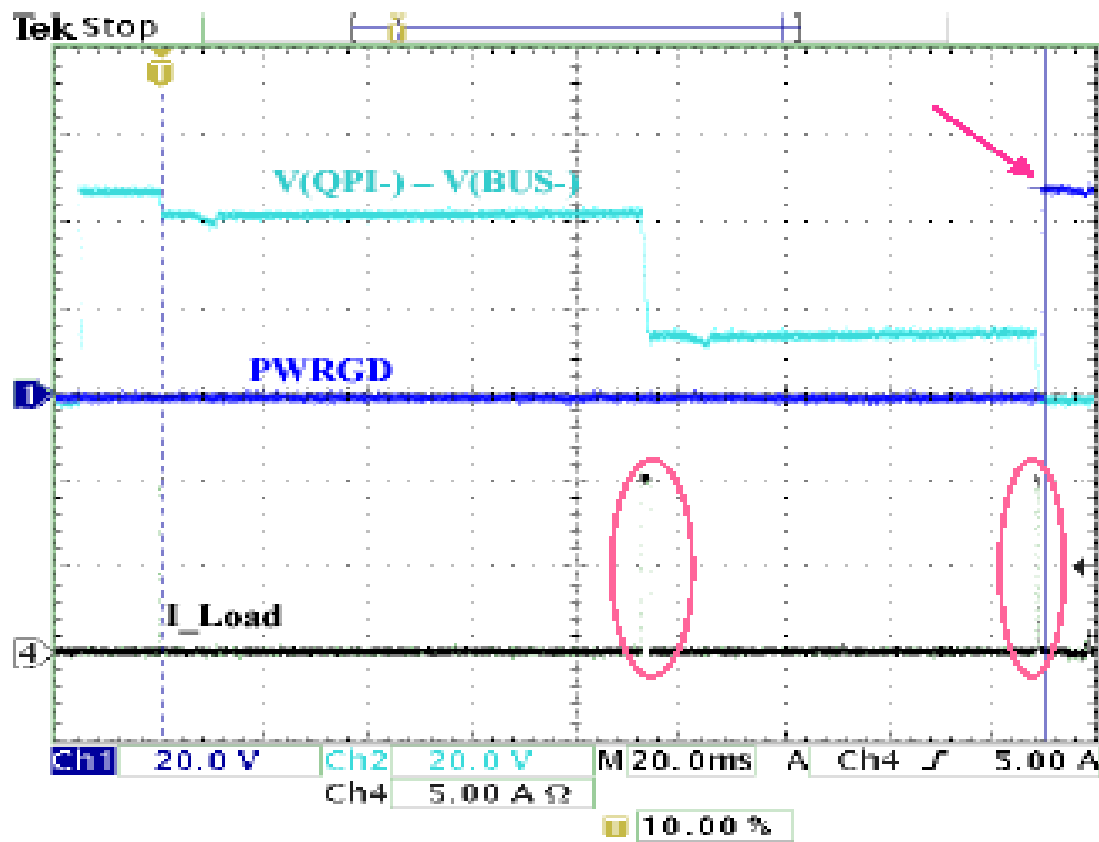


* Agilent 15:23:40 Mar 12, 2004





QPI-8 测试: 热插拔



Δ: 48.4 V
 @: 48.0 V
 Δ: 170 ms
 @: 170 nts

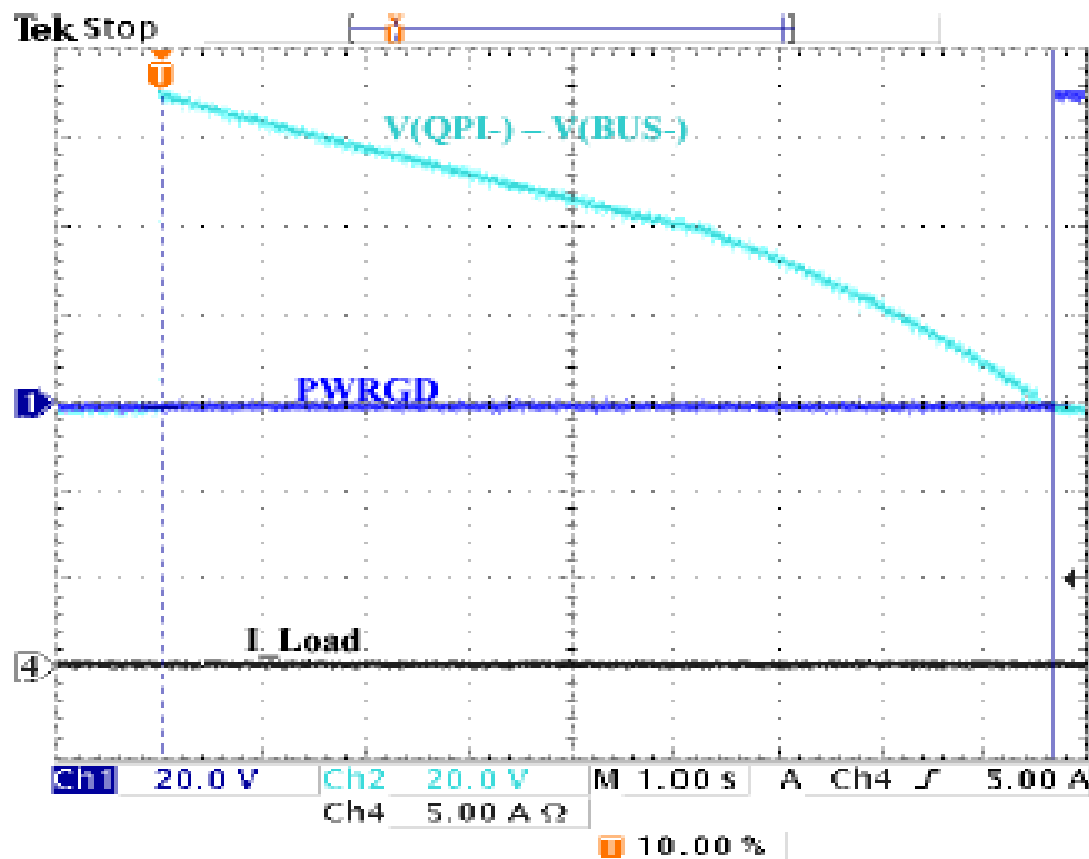
$V_{in} = 48V$

$C_{Load} = 470\mu F$

15 Mar 2005
 10:42:19



QPI-8 测试: 热插拔



△: 800mV
⊙: -400mV
△: 8.68 s
⊙: 8.68 s

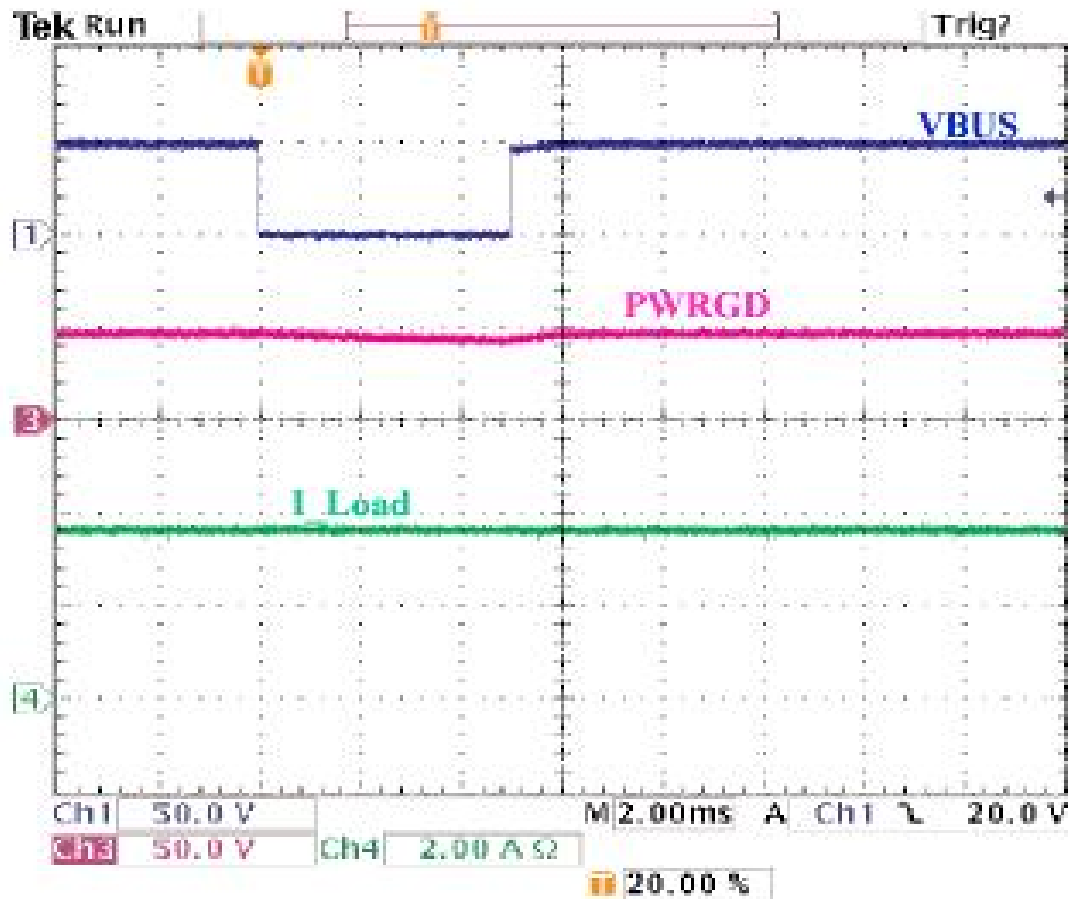
$V_{in} = 70V$

$C_{Load} = 4700\mu F$

15 Mar 2005
10:39:37



QPI-8 测试: 热插拔



5ms 总线瞬变

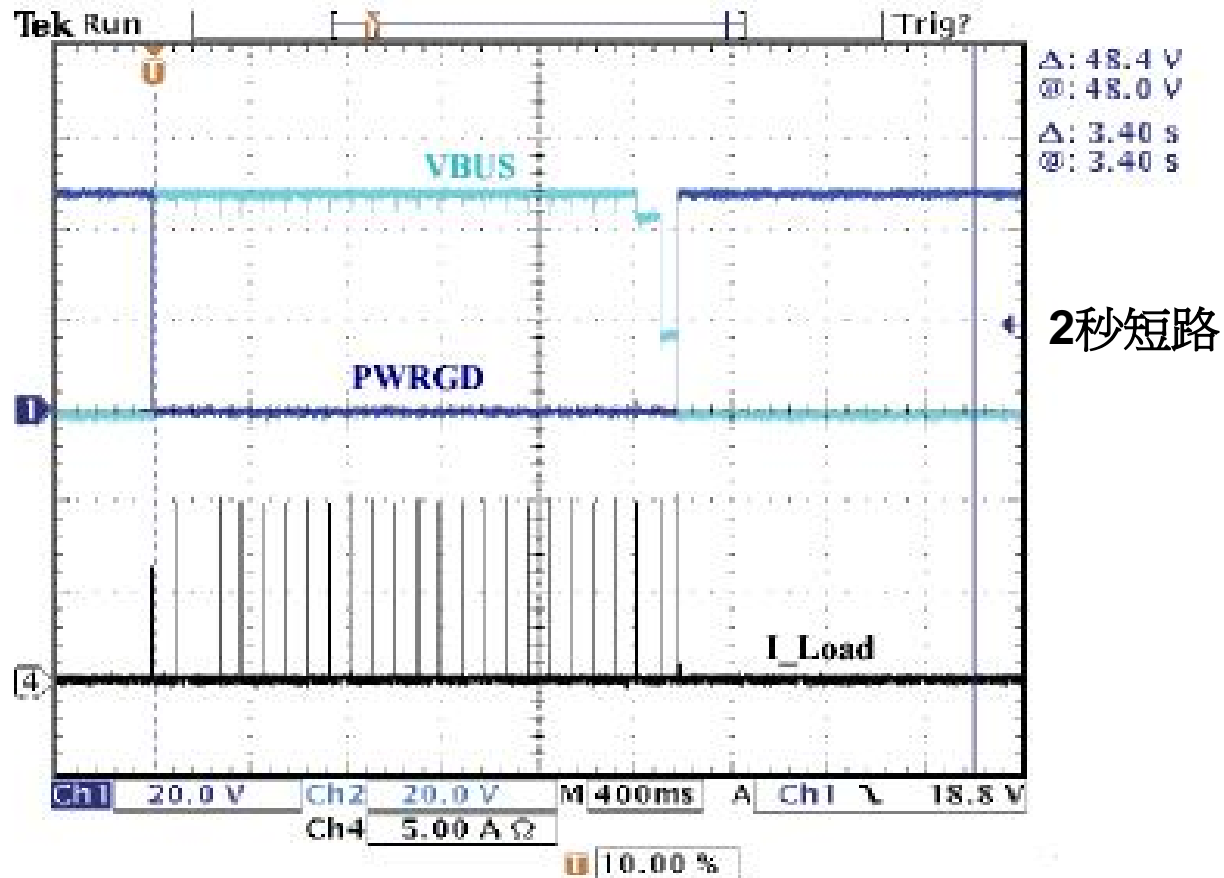
Ch4 High
3.60 A

Ch1 High
48.0 V

2 Jun 2005
09:38:28



QPI-8 测试: 热插拔





QPO (Quiet Power Output) 滤波器系列

型号	工作范围	额定电流
QPO-1L	3 -30 Vdc	10A
QPO-2L	0.3 -5.5 Vdc	20A





QPO 性能

- ⦿ 1kHz 至 500kHz, 衰减大于 30dB
- ⦿ 50 Hz 至 500 Hz, PARD 衰减大于 20dB
- ⦿ 效率达 99%, 带限流保护
- ⦿ 用户可设定衰减度, 功耗及瞬时负载响应来优化系统
- ⦿ 提升大部份DC-DC转换器及电源的瞬变反应



QPO 性能

- ☉ 减少动态负载所需的输出电容
- ☉ 支持精确负点调整
- ☉ 峰值采测功能, 自动按纹波变化幅度调整
- ☉ 尺寸 : 25 mm X 25 mm x 4.5 mm, LGA
- ☉ 可与多种转换器和电源配套



QPO-1 滤波器衰减纹波改善转换器瞬变反应

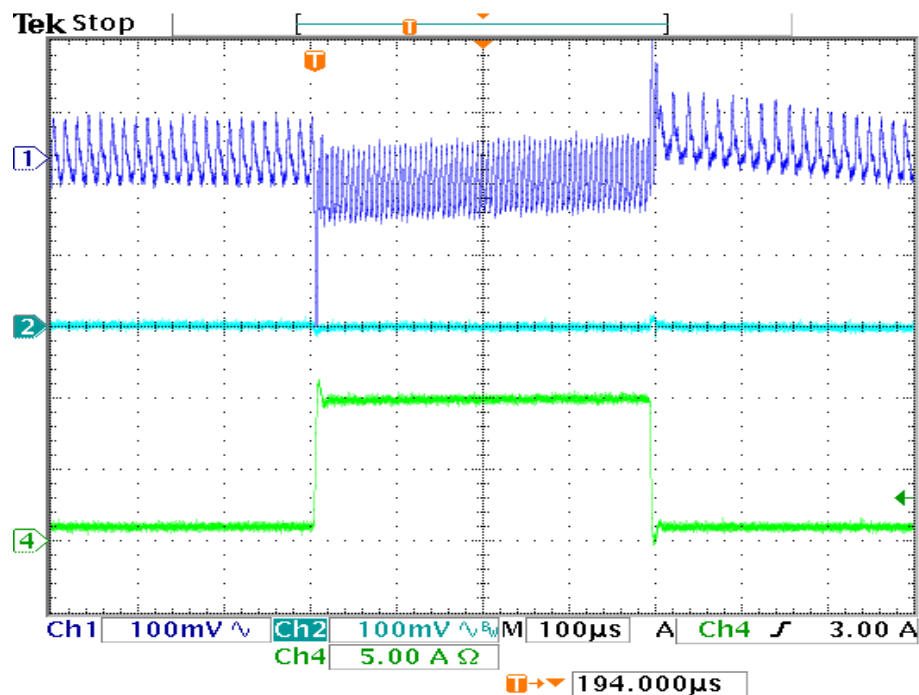
Vout=3.3V
1A DC 电流, 9 A 负载

CH1: QPO 输入纹波

CH2: QPO 输出纹波

CH4: 负载瞬变电流

无外加输入电容

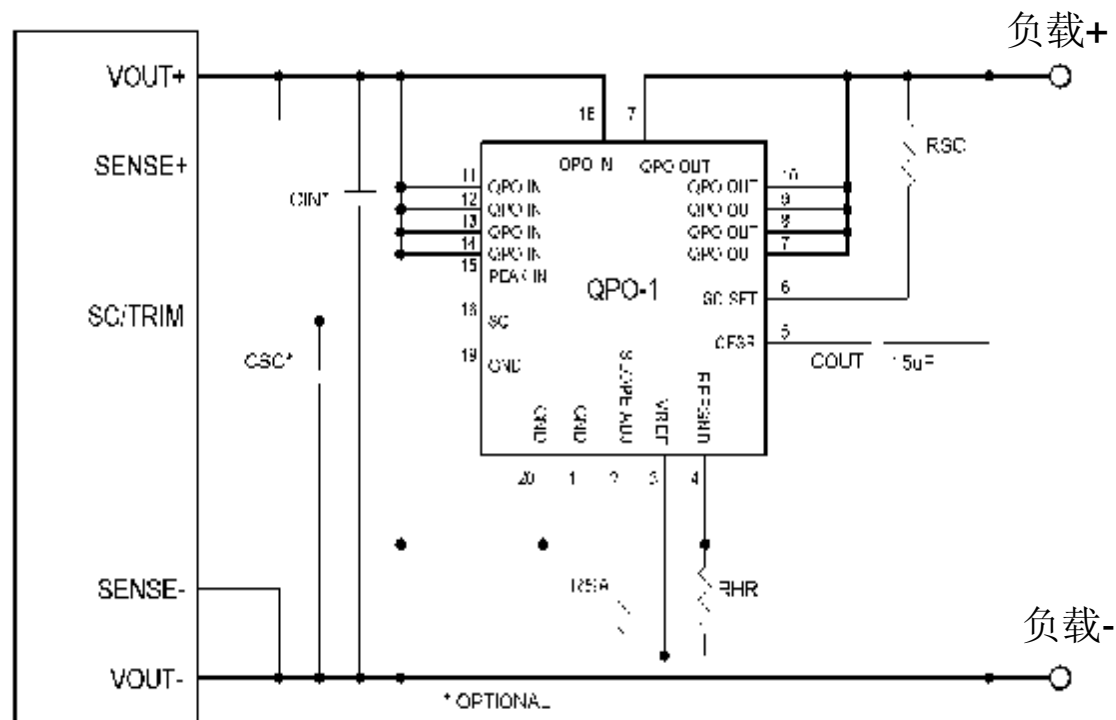


8 May 2003
09:57:13

QPO-1瞬变反应: 3.3V @ 1A, 9A负载瞬变连接 Vicor 第二代转换器 : V48B3V3C150A



QPO应用电路



QPO-1与 SC/Trim 引脚连接电路



应用范围 (partial list)

- ☉ ATCA
- ☉ 电信
- ☉ 扫描仪
- ☉ 军用
- ☉ 风扇盘
- ☉ 移动跟踪
- ☉ 医疗仪器
- ☉ 投影仪器





应用范围

- Ⓢ 显示器
- Ⓢ 通讯设备
- Ⓢ 瞄准器
- Ⓢ 无线设施
- Ⓢ 计算器
- Ⓢ 交通
- Ⓢ 娱乐系统
- Ⓢ 高文件音响器材





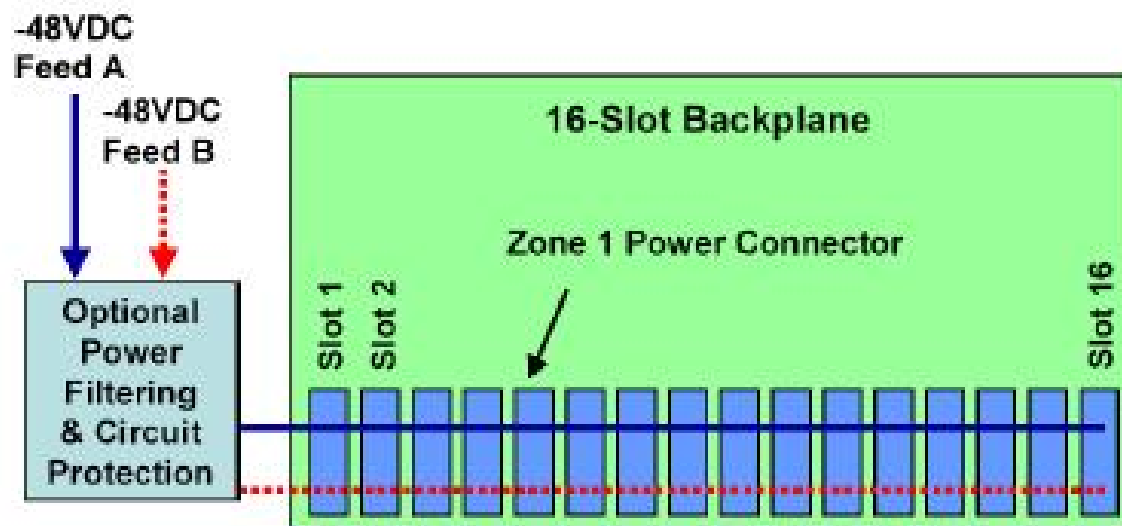
感谢您的参与

问题？



高新通信计算架构 (*AdvancedTCA*) 功率分布标准

- ⦿ 每机箱要双重, 备份 -48Vdc 供电
 - 这两个主要输入通常再分多个分枝, 但维持相互隔离
 - 这些分枝备保险丝及需滤波以免下游之短路或错误工作引发到另一机架





附录



AdvancedTCA 标准

4.1.3 单组或多组对机架及背板的供电

PICMG[®]3.0系统每槽板可消耗200W, 另加上风扇及其它架上功耗. 在16槽口的机架, 需要超过3200W之电池接线供电. 可以使用单一负载线组 (单个输入供电给机架) 或分布负载线组 (多个输入给机架, 每个供电给槽口子集)



AdvancedTCA 标准

4.1.4.3 瞬态中机架及机板要在下表所述瞬态发生时连续操作

表4-4瞬态特性			
电压	时间	备注	保護取決於:
-200V	5 μ s	-100至-200V	机箱或机架
-100V	10 μ s	-75至-100V	板上
-75V	10ms	上升或下降: 10V/ms	板上
-0V	5ms	下降: 50V/ms	板上
		上升: 12.5V/ms	
		假定初始电压: 机架为 -44Vdc,板上为 -43Vdc	



AdvancedTCA 标准

滤波

PICMG® 3.0标示一些板上水平及机架水平标准要求, 以能互相兼容操作维持传导及幅射放射在适当认证水平. 由于 -48Vdc 分布到架上所有有元器件, 而DC-DC转换器将之转到板上所需之各稳压输出, 主要噪声来自这些DC-DC转换器.

板上及机架传导放射

主滤波功能在板上进行. 必需确保板上传导放射低于CISPR22级别B水平

PICMG® 3.0标准强制主要放射滤波功能要在板上进行, 机架会有高达16片板的合计传导放射, 需要最小11.5dB之衰减. 要具良好余量. 机架在150kHz至30MHz要提供18dB衰减; 机架应能在30MHz至1.0GHz频段衰减18dB.



AdvancedTCA 标准

CISPR 22© IEC: 2003

5. 在供电端及电信埠之传导干扰上限

表2 – 级别B ITE之供电埠传导干扰上限

频率范围 MHz	范围 dB(μ V)	
	准峰值	平均
0.15 至 0.50	66 至 56	56 至 46
0.50 至 5	56	46
5 至 30	60	50

注1: 在更动频率处, 低限值适用

注2: 在0.15MHz至0.5MHz频率, 限值随对数频率线性下降

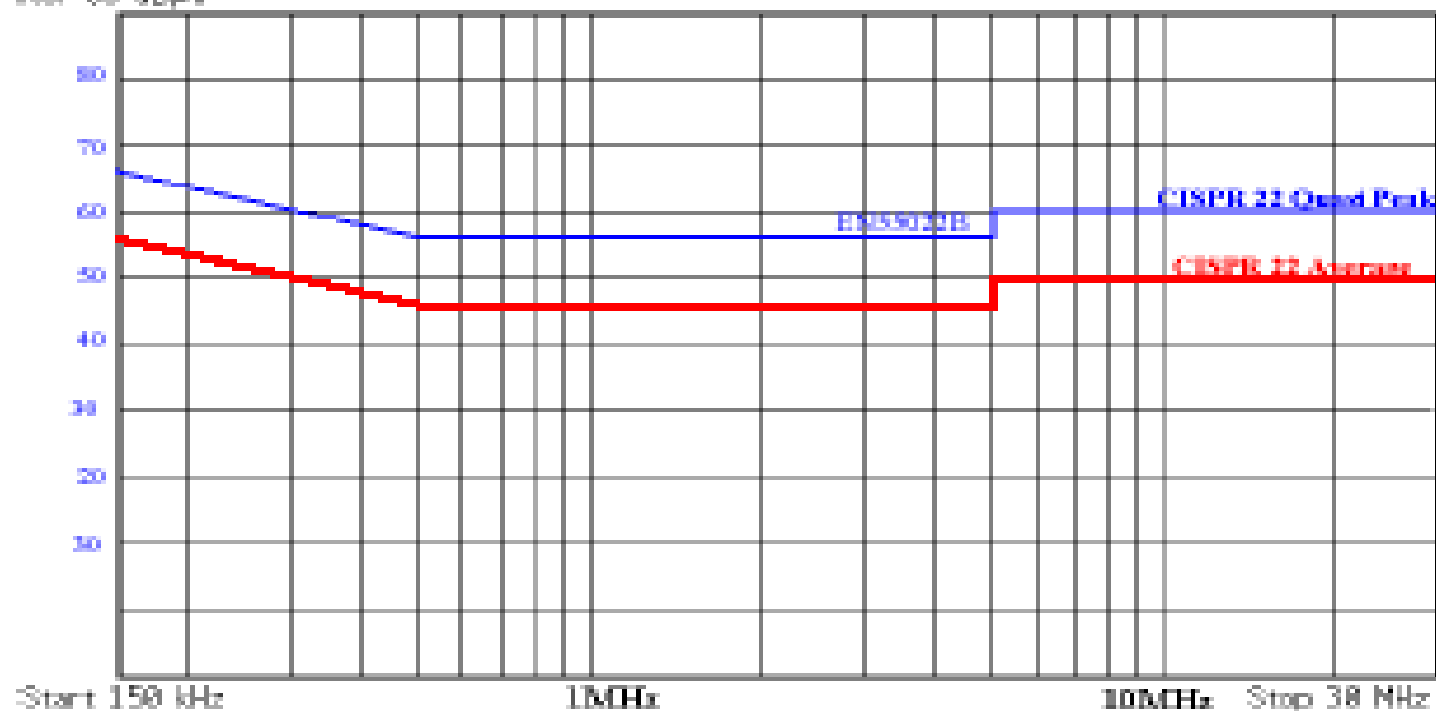


AdvancedTCA 标准

CISPR 22© IEC: 2003

5. 在供电端及电信埠之传导干扰上限

Ref 90 dB μ V





AdvancedTCA 标准

表 4-2 浪涌电流比值上限

时间范围	在接口A之机架上限 (I_t/I_m)	板上限定
0 至 0.9ms	48	5
0.9 至 3ms	以对数时间轴, 48线性降到26	以对数时间轴, 5线性降到3
3 至 30ms	以对数时间, 14线性降到2	1(I_m)
30 至 100ms	以对数时间轴, 2线性降到1	1



AdvancedTCA 标准

图4-6 最高容许的电流浪涌比值

