



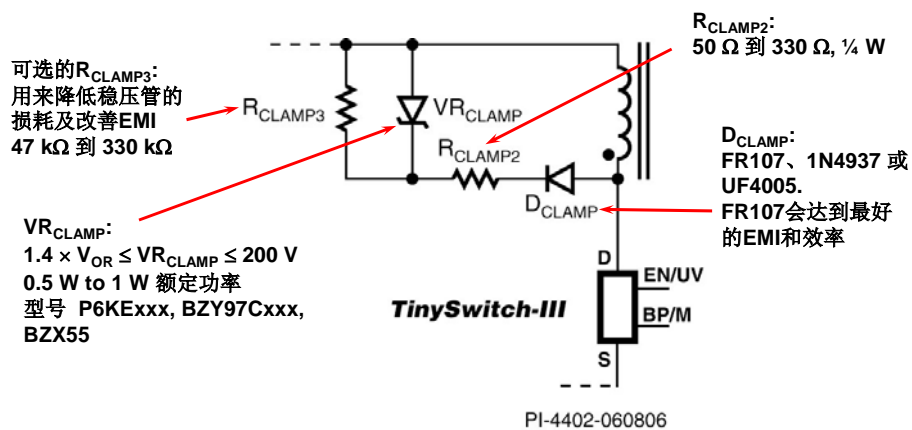
## 低成本 RCD 箝位设计指南

- 用尽量小的  $C_{CLAMP}$  及最大的  $R_{CLAMP}$ 
  - 可使效率最高, 同时可以降低空载功耗
  - 降低  $R_{CLAMP}$  可以在 1-2 MHz 范围内改善传导 EMI
    - 增加了对漏感振荡的阻尼
  - 箝位电阻损耗  $P_{RCLAMP} = V_{CCLAMP}^2 / R_{CLAMP}$ 
    - 在低压满载时用数字电压表测量  $V_{CCLAMP}$
    - 选择合适功率的电阻
- 在使用 500 ns 的二极管 (FR107) 时  $R_{CLAMP2}$  衰减了振荡
- 为达到批量生产的一致性, 保证 漏极电压  $V_{DRAIN}$  小于 650 V

Slide# 72



## 高效率齐纳稳压管箝位电路



- 针对有低待机功耗要求及高的轻载效率的应用

Slide# 73



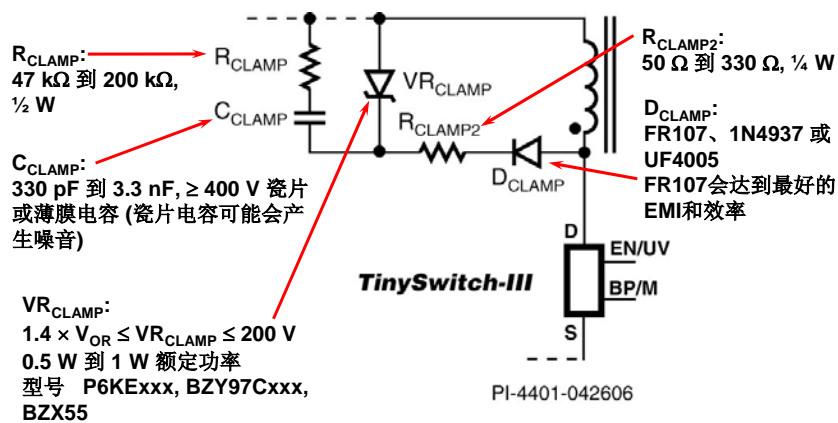
## 高效率齐纳箝位设计指南

- 与RCD箝位相比提高了效率，同时空载功耗更低
- 比 RCD箝位产生更多的 EMI
  - 和  $V_{R_{CLAMP}}$  并联一个电阻  $R_{CLAMP3}$  (47 k $\Omega$  至 330 k $\Omega$ ) 可以减少 EMI 并降低齐纳管的损耗
- $R_{CLAMP2}$  衰减了使用 500 ns 二极管 (FR107) 时的振荡

Slide# 74



## RCD/稳压管箝位电路



- 针对需要最低空载损耗、最高轻载效率和最低 EMI 的应用

Slide# 75



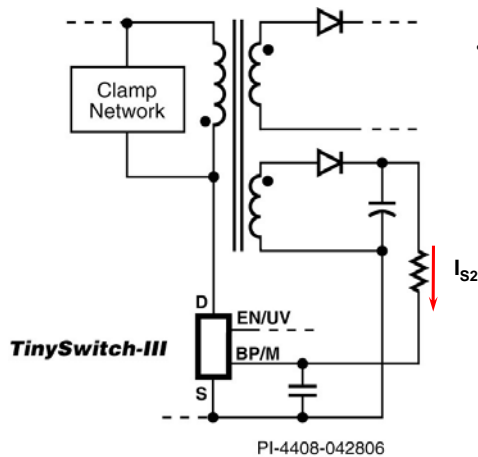
## RCD/稳压管结合的箝位电路设计指南

- 效率最高而空载功耗最低的箝位电路
- 并联电容软化了齐纳管的导通
  - 330 pF 到 3.3 nF 的电容降低了EMI 并提高了效率
  - 在高功率设计当中允许使用低成本的1 W 稳压管(BZY97-C200)
- $R_{CLAMP2}$  抑制了振荡并限制了二极管的反向恢复电流
- $R_{CLAMP2}$  的初始值用 200  $\Omega$ 
  - 调整电阻值取得最优的 EMI 和效率
- 用快速二极管比超快恢复二极管能得到更高的效率和更低的 EMI
  - 通用二极管 (1N400x) 能引起很大的振荡, 应避免使用

Slide# 76



## 使用偏置绕组降低空载输入功率

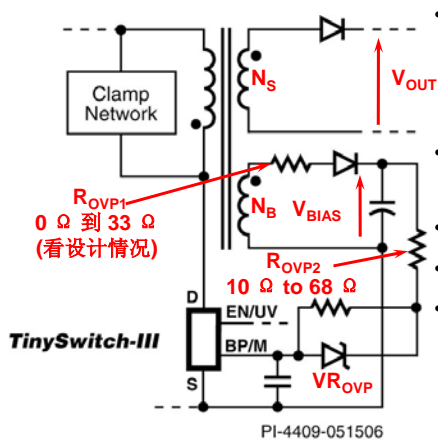


- 用偏置绕组可以使待机功耗小于 50 mW
  - IC 供电电流不再从漏极取
  - 选择合适的电阻提供 *TinySwitch-III* 手册中指定的供电电流 ( $I_{S2}$ )
  - 内部箝位电路限制了 BP/M 脚的最高电压

Slide# 77



## 初级侧检测OVP设计指南



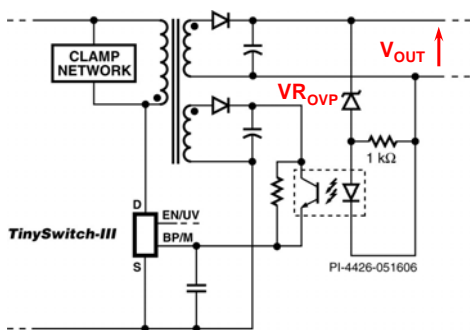
初级检测 OVP

- $V_{BIAS} \approx (V_{OUT} \cdot N_B / N_S)$ 
  - 较高的偏置绕组电压减小了漏感的影响，提高了精度
  - 12 V 到 22 V 为最佳值
- 稳压管稳压值
  - $V_{VR(OVP)} > V_{BIAS} + 6.2 \text{ V} (V_{BP\_PIN})$
- $R_{OVP1}$  滤除漏感的尖峰
- $R_{OVP2}$  用来调整触发点
- 确认 OVP 不会误触发
  - 在低输入电压，最大负载测试，此时漏感能量最大
  - 在最高输入电压，空载进行启动实验，此时输出过冲最大
- 监测  $VR_{OVP}$  的电流，确定有 6 mA 阈值电流的裕量

Slide# 78



## 次级侧检测OVP指南



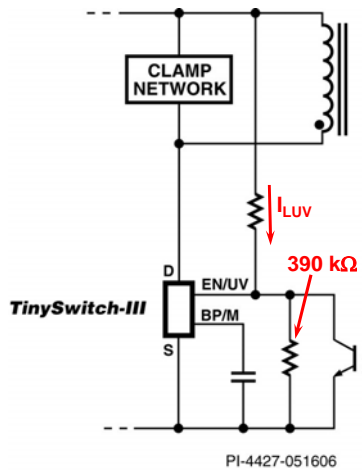
次级检测 OVP

- 偏置绕组电压: 12 V
  - 对偏置改变不敏感
- 稳压管稳压值:
  - $V_{VR(OVP)} > V_{OUT(MAX)} + V_{F(OPTO)}$
  - 1 kΩ 用来偏置稳压管，使其电流接近测试电流，提高精度
- 当输出电压高于  $VR_{OVP}$  和光耦二极管正向压降的和时，OVP 锁存被触发

Slide# 79



## 欠压锁存 (UVLO)设计指南



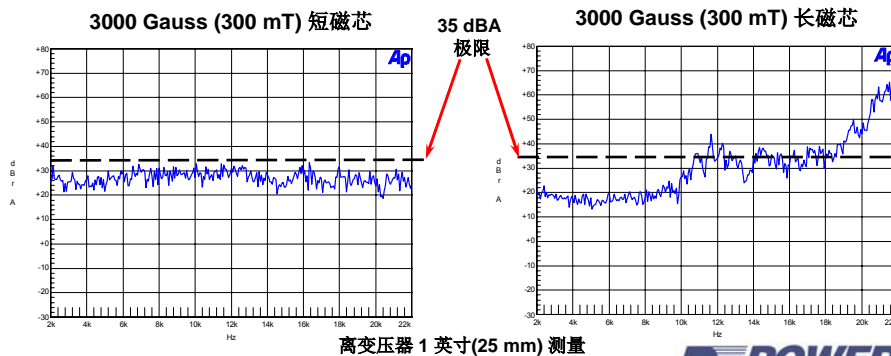
- $R_{UV} = (V_{UV} - V_{EN}) / 25 \mu A$ 
  - $I_{EN} = 25 \mu A$  时,  $V_{EN} = 2.2 V$
  - 对通用电压输入范围,  $V_{UV}$  的典型值是100 VDC; 对230 VAC输入, 其值为 200 VDC
    - 100 VDC时电阻为3.9 MΩ; for 200 VDC时电阻为8.2 MΩ
- 电阻的额定电压值 >400 V
  - 0.5 W 电阻或 2 个 0.25 W 电阻串联
    - 实际功耗  $\approx 35 mW$
- 当 $R_{UV}$ 电阻没有连接时 ( $I_{LUV} < 1 \mu A$ ), 欠压锁存功能被禁止
  - 在敞开式应用中, 在EN/UV引脚到源极引脚之间并联一个 390 kΩ 的电阻
    - 可以防止BP引脚到EN/UV引脚的漏电。此漏电有时会引起欠压保护误动作从而引起电源无法启动。

Slide# 80



## 音频噪音设计指南

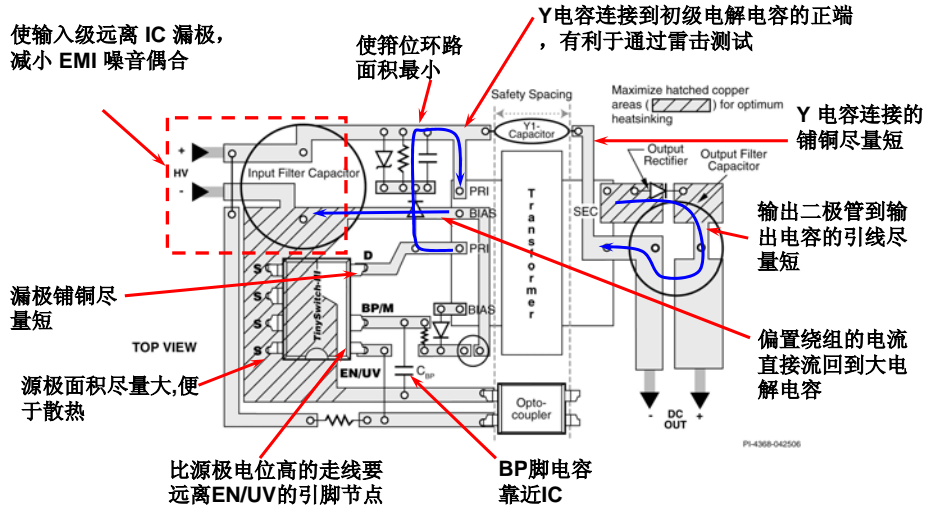
- 磁通密度 > 3000 Gauss 可能产生可感知的音频噪音
- 由于“音叉”效应, 加长磁芯 (EEL 型) 有更大的噪音
  - 可以通过降低磁通密度来减少
- 35 dBA 是典型的可以接受的噪音极限值
  - 密封外壳能衰减噪音  $\approx 10 dBA$



Slide# 81



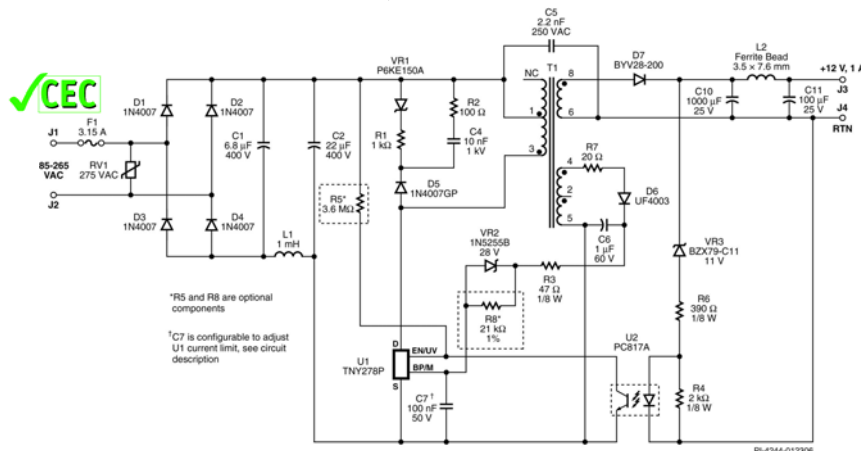
## TinySwitch-III 布局建议



## TinySwitch-III

设计范例

## EP91 – 12 V, 12 W 通用输入电源

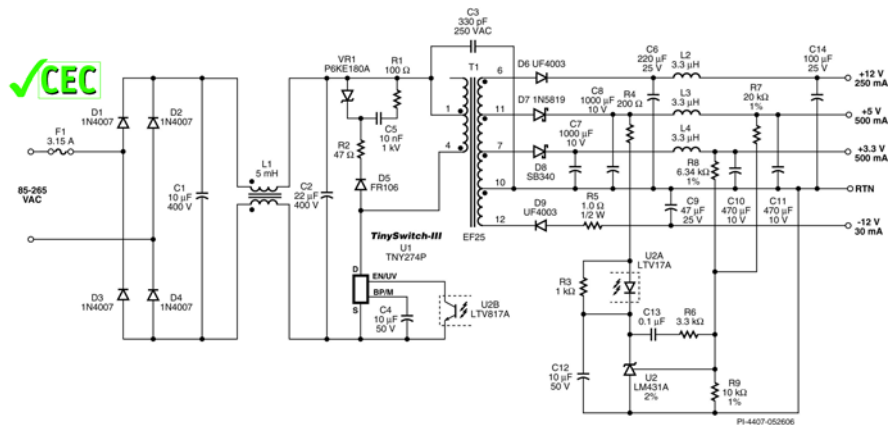


- 有 R8 时空载功耗: < 50 mW
  - 无 R8 时空载功耗: < 140 mW
  - 平均效率: > 80%
  - 元件数量: 33
- 230 VAC 输入时测量得到的待机输出功率  
 输入 3W 时输出 2.3W  
 输入 2W 时输出 1.4W  
 输入 1W 时输出 0.65W

Slide# 84



## 7.5 W 多路输出 (DVD) 电源

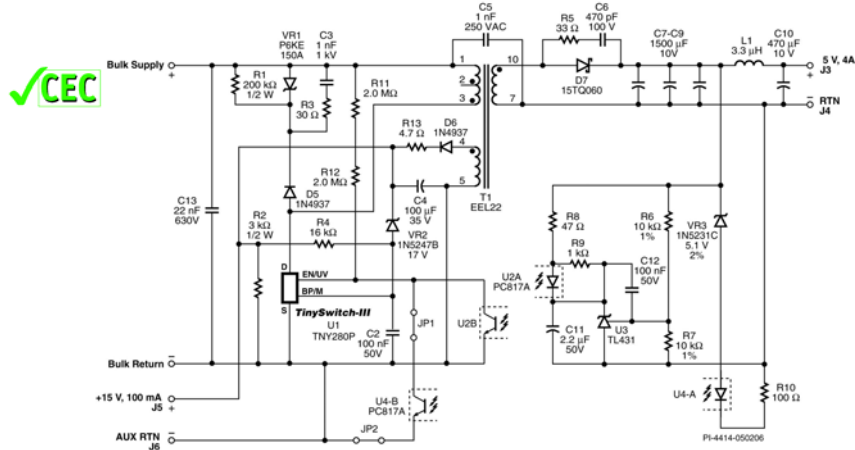


- 空载功耗: < 140 mW
  - 平均效率: > 70 %
  - 所需元件数目: 42
- 230 VAC 输入时测量得到的待机输出功率  
 输入 3W 时输出 2.1W  
 输入 2W 时输出 1.3W  
 输入 1W 时输出 0.6W

Slide# 85



## 21 W 双输出 PC 待机电源



- 空载功耗: < 50 mW
  - 平均效率: > 80 %
  - 元件数量: 42
- 230 VAC 输入时测量得到的待机输出功率  
 输入 3W 时输出 2.3W  
 输入 2W 时输出 1.48W  
 输入 1W 时输出 0.67W

Slide# 86

**POWER**  
INTEGRATIONS

**POWER**  
INTEGRATIONS

PI 器件快速设计校验

**Eco**  
Smart

[www.powerint.com](http://www.powerint.com)

## 快速设计校验

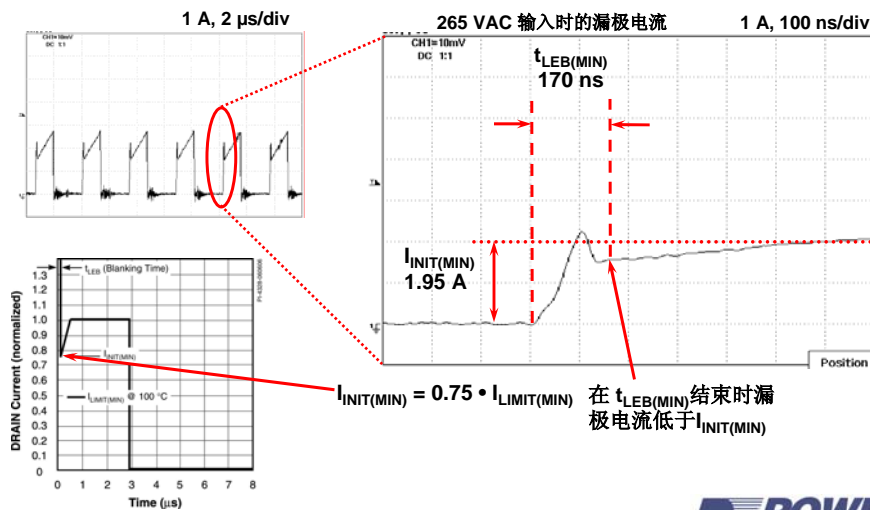
- **最大(峰值) 漏极电压**
  - $V_{DS}$  在最高输入电压  $V_{IN(MAX)}$ 、峰值（过载）功率情况下不要超过 650 V
    - 相对于 700 V  $BV_{DSS}$  额定击穿电压留有 50 V 的裕量
- **最大(峰值) 漏极电流**
  - 在环境温度最高、输入电压最高及峰值（过载）功率情况下，观察漏极电流波形，确认变压器没有出现饱和
  - 在任何工作条件下峰值漏极电流必须低于规定的绝对最大值
- **前沿消隐**
  - 观察漏极电流波形的前沿电流尖峰，确认在消隐时间  $t_{LEB(MIN)}$  结束时其幅值低于器件限流点最小值  $I_{LIMIT(MIN)}$

Slide# 88



## 前沿消隐电流尖峰的确认

PeakSwitch 数据手册规定的最小前沿消隐时间( $t_{LEB}$ ) = 170 ns



Slide# 89



## 外部电源 (EPS)能效标准

附录A



[www.powerint.com](http://www.powerint.com)

### 能源浪费的问题

- 能源浪费正在成为全世界越来越关注的问题
  - 使用矿物燃料的能源资源是有限的
  - 获取能源的成本也在增加
  - 矿物燃料的消耗也带来其它负面影响: 环境污染, green-house gases
  - 可替代能源资源还没有成熟
- 所有的家电产品和电子设备都要消耗电力
- 不断增长的个人用电子产品通过使用适配器和充电器-外部电源(EPS)-也在消耗能源
- 外部电源每年到底消耗多少能源呢?

## 能源浪费的数量

估算的每年销售的 EPS:	10亿 个
估算的正在使用的 EPS:	100亿 个
低效线性电源所占 EPS 的%:	46% (几乎一半)
在美国每年 EPS 浪费的能源:	30 – 60 B kW-小时
每年美国 EPS 浪费:	25 – 50 亿美金

尽管 EPS 仅浪费美国年能源消耗的 1-2%  
它等效于26 个中等规模的电厂!



Slide# 92



## 节能法规致力于减少能源浪费

<i>Regulation Name Description</i>	<i>Geographic Region Affected</i>	<i>Effective Date</i>	<i>Compliance Required</i>
ENERGY STAR	United States	January 2005	voluntary
EU Code of Conduct	Europe	January 2007*	voluntary
China Certification Center for Energy Conservation Products (CECP)	Mainland China	January 2005	voluntary
California Appliance Efficiency Regulations (Title 20)	California	January 2007**	mandatory
Australia Greenhouse Office (AGO)	Australia	October 2007	mandatory
HB 3363	Oregon	January 2007	mandatory
Energy and Consumer Savings Act	Rhode Island	January 2007	mandatory
SB 6840	Washington	January 2008	mandatory
HB 2390	Arizona	January 2008	mandatory

\*Standards have been in effect since 2001. In January 2007, it plans to harmonize EPS active-mode efficiency standard with the others shown. \*\* Additional products covered in July 2007.

Slide# 93





**CALIFORNIA CODE OF REGULATIONS,  
TITLE 20, SECTIONS 1601 - 1608**

**Standards for [External] Power Supplies Effective January 1, 2007**

<u>Nameplate Output (W)</u>	<u>Minimum Efficiency in Active Mode</u>
< 1 Watt	0.49 * Nameplate Output
$\geq 1 (W) \leq 49$ Watts	$(0.09 * \ln(\text{Nameplate output})) + 0.49$
> 49 Watts	0.84
	<u>Maximum Energy Consumption in No-Load Mode</u>
0 to < 10 Watts	0.50 Watts
$\geq 10$ to < 250 Watts	0.75 Watts

Where  $\ln(\text{Nameplate output}) = \text{Natural Logarithm of the output power in Watts}$

Note: Active-mode efficiency is the average of the 25%, 50%, 75%, and 100% load points  
In 2008, the minimum active-mode efficiency for EPS > 51 watts will be 0.85,  
and the maximum no-load consumption for all EPS < 250 watts will be 0.5 watts

Slide# 94



**世界其它的一些节能规划**

- 美国关于待机低于1W的行政令
- 日本的 Top Runner 规划
- 韩国关于办公设备及家庭用电节能的规划
- 德国的“蓝天使”规划 (Blue Angel)
- 澳大利亚的 Greenhouse Office
- 美国的 Ecos Consulting 80-Plus
- 欧洲团体的家用电器节能规划
- 欧盟 Directive 2005-32-EC (EuP Directive)

Slide# 95



## 满足世界范围的节能要求

- **PI 方案满足世界上所有能效标准的要求，包括对空载功率消耗有严格规定的标准**
  - 欧盟标准要求 < 300 mW
  - 一些日本及欧洲OEMs客户要求 < 150 mW
  - 其它日本 OEMs 客户甚至要求 < 50 mW

Slide# 96



## PI的绿色空间(Green Room)提供了所有最新信息



- **The PI Green Room contains information and links to the latest worldwide standards**
  - [www.powerint.com/greenroom](http://www.powerint.com/greenroom)
  - View regulations and standards for your design:
    - By agency (ENERGY STAR, CEC, CECP, AGO, etc.)
    - By application (external adapter/charger, TV, DVD player, etc.)
    - By region (China, Asia, Europe, US, etc.)



Slide# 97



## 重要文件的链接

- Current version of the CEC Appliance Efficiency Regulations  
<http://www.energy.ca.gov/appliances/>
- US EPA ENERGY STAR power supply efficiency specification  
[http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod\\_development.power\\_supplies](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod_development.power_supplies)
- US EPA test method for calculating the efficiency of single voltage external AC-DC and AC-AC power supplies  
[http://www.energystar.gov/ia/partners/prod\\_development/downloads/power\\_supplies/EPsupplyEffic\\_TestMethod\\_0804.pdf](http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/power_supplies/EPsupplyEffic_TestMethod_0804.pdf)
- EU Code of Conduct external power supply efficiency web page  
[http://energyefficiency.jrc.ecc.eu.int/html/standby\\_initiative\\_External%20Power%20Supplies.htm](http://energyefficiency.jrc.ecc.eu.int/html/standby_initiative_External%20Power%20Supplies.htm)

Slide# 98

