



Is Now Part of



ON Semiconductor®

To learn more about ON Semiconductor, please visit our website at
www.onsemi.com

ON Semiconductor and the ON Semiconductor logo are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

应用指南 AN-6026

采用 FAN7529 设计功率因数校正电路

1. 引言

FAN7529 是一款有源功率因数校正 (PFC) 控制器，用于在临界导通模式 (CRM) 下运行的升压 PFC 应用。临界导通模式升压功率因数转换器可在临界导通模式和断续导通模式的临界运行。CRM PFC 控制器有两种类型：电流模式的 CRM PFC 控制器和电压模式的 CRM PFC 控制器。对于电流模式，升压开关在电感电流为零时导通，在电感电流达到所需的电流参考值时关断。在这种情况下，应该如同在 FAN7527B 中一样，感测整流 AC 线路

电压以生成电流参考。但是，感测网络可能会导致额外功率损耗。在电压模式中，开关的导通与在电流模式中相同，但开关的关断则由内部斜坡信号确定。斜坡信号与误差放大器输出进行比较，开关导通时间被控制为恒定值（如图 1 所示）。如果导通时间是恒定的，则峰值电感电流与整流 AC 线路电压成正比（如图 2 所示）。这样，输入电流波形将与输入电压的波形相吻合，从而获得良好的功率因数。FAN7529 是电压模式的 CRM PFC 控制器。因为电压模式的 CRM PFC 控制器不需要整流 AC 线路电压信息，因此可以节省感测网络的功率损耗。

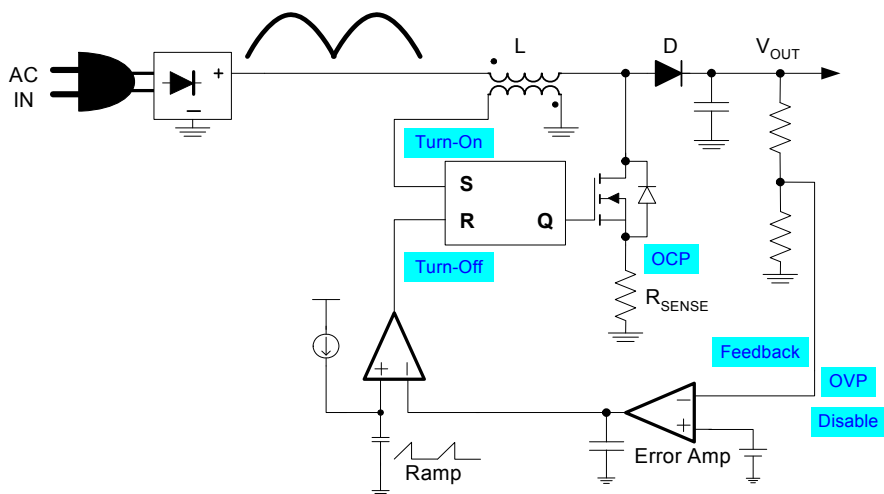


图 1. 电压模式 CRM 升压 PFC 电路

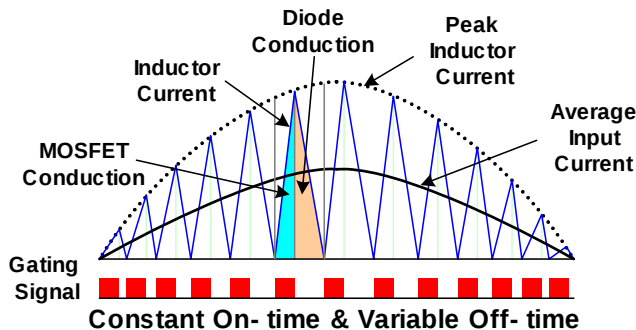


图 2. CRM 升压 PFC 电感电流波形

框图

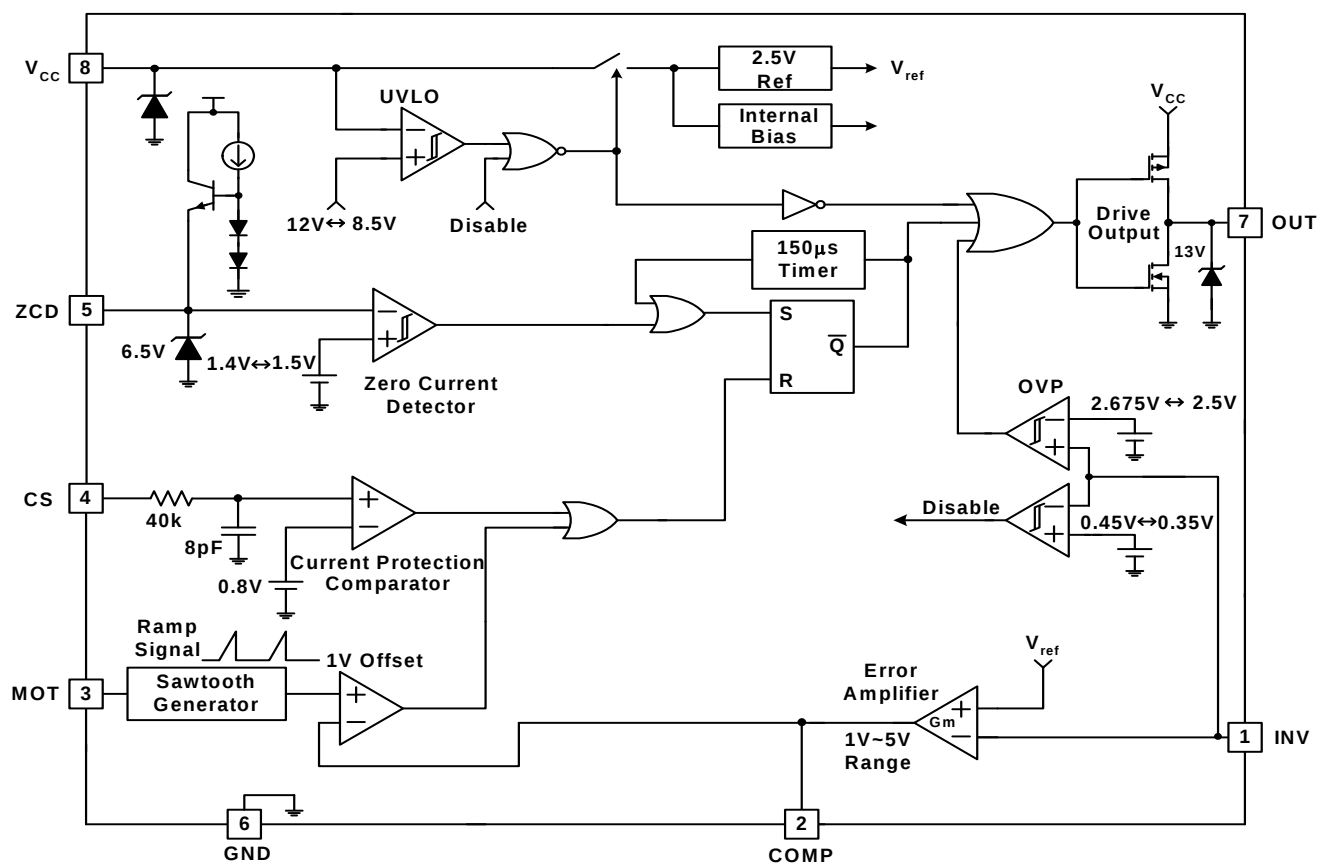


图 3. FAN7529 的框图显示了误差放大器模块、零电流检测器模块、锯齿波发生器模块、过流保护模块和开关驱动模块

2. 器件功能描述

2.1 误差放大器模块

误差放大器模块由一个跨导放大器、一个输出 OVP 比较器和一个禁用比较器组成。对于输出电压控制，使用跨导放大器，而不是传统的电压放大器。跨导放大器（电压控制的电流源）有助于实施 OVP 和禁用功能。放大器的输出电流会随放大器反相输入和非反相输入的电压差异更改。放大器的输出电压将与内部斜坡信号进行比较，从而生成开关关断信号。INV 引脚的电压高于 2.675V 时，OVP 比较器将关断输出驱动模块，这个功能有 0.175V 的迟滞。逆变输入的电压低于 0.45V 时，禁用比较器将禁用 FAN7529 的操作，这个功能有 100mV 的迟滞。用一个外部小信号 MOSFET 可用于禁用 IC（如图 4 所示）。如果 IC 已禁用，IC 工作电流将降低至 65μA 以下，以降低功耗。

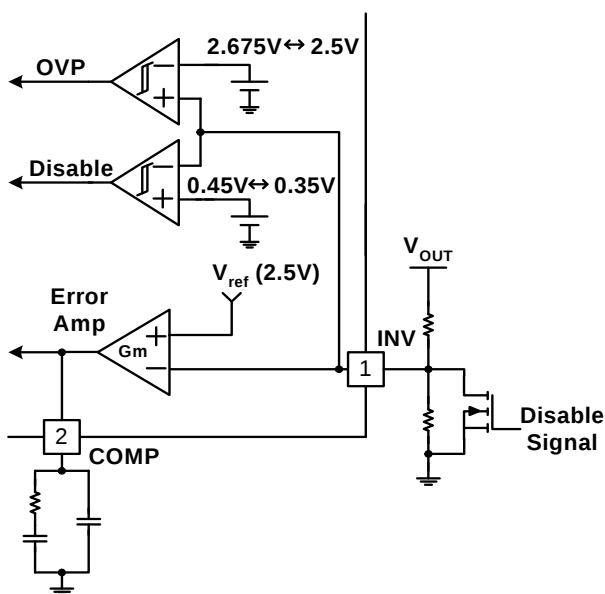


图 4. 误差放大器模块

2.2 零电流检测器模块

升压电感器电流达到零值时，零电流检测器 (ZCD) 会使用一个与电感耦合的辅助绕组产生 MOSFET 的导通信号。由于辅助绕组的极性与电感绕组相反，因此辅助绕组电压为负值，并且在 MOSFET 导通后与整流 AC 线路电压成正比。MOSFET 关断后，电压将变为正值，并与 V_{OUT} 和 V_{IN} 之间的差值成正比。如果电感电流达到零值，MOSFET 的结电容将与升压电感谐振，辅助绕组电压也将相应降低。如果电压达到 1.4V，零电流检测器将导通 MOSFET。ZCD 引脚通过两个箝位提供内部保护：6.5V 高箝位和 0.65V 低箝位，如图 5 所示。

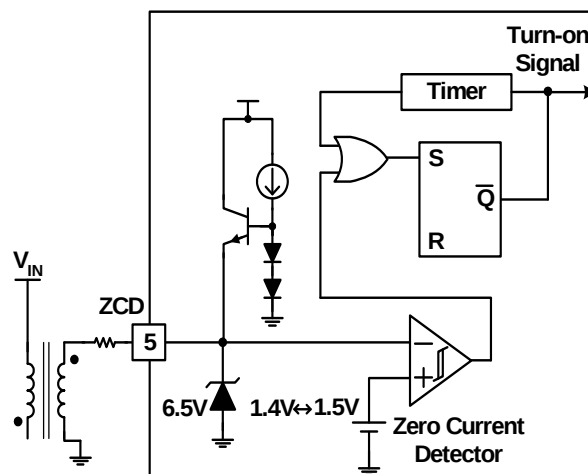


图 5. 零电流检测器模块

图 6 显示了典型的 ZCD 相关波形。由于 ZCD 引脚包含一些电容，因此 R_{ZCD} 可能会有一些延迟，导通时间也可能延迟。

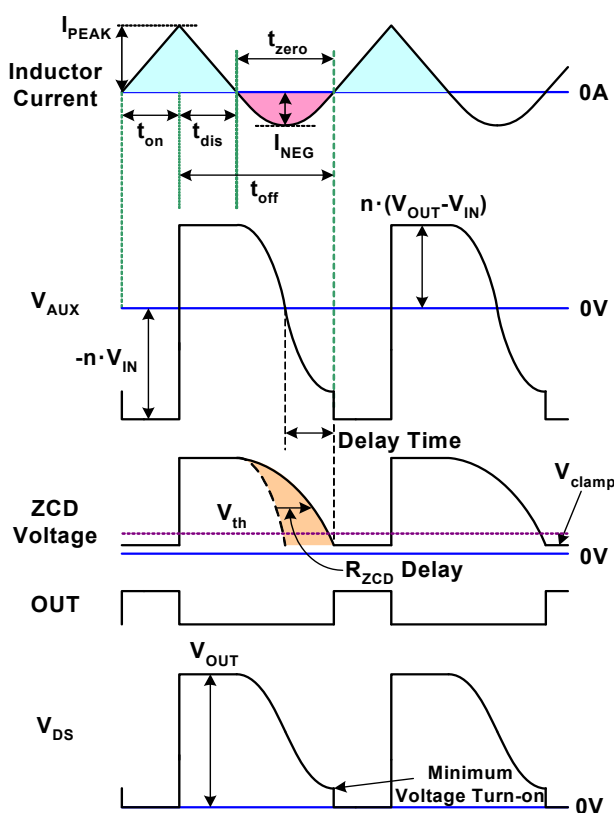
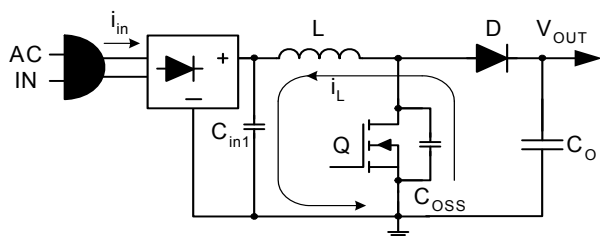


图 6. 零电流检测器波形

理想情况下, 开关必须在电感电流达到零值时导通; 但由于 ZCD 模块的结构和 R_{zcd} 延迟, 它会在一段延迟时间后才导通。在该延迟期间, C_{OSS} 中存储的电荷 (MOSFET 输出电容) 通过图 7 中所示的路径放电。此电荷将被传输到一个小的滤波电容 C_{in1} 中, 该电容连接到桥堆二极管。因此, 输入端没有流出电流。也就是说, 此期间的输入电流 I_{in} 为零。为了获得更好的总体谐波失真 (THD), 务必使 t_{zero}/T_S 尽可能小。如图 6 所示, t_{zero} 与 $\sqrt{L \cdot C_{OSS}}$ 成正比, 但 t_{on} 和 t_{dis} 与 L 成正比。因此, t_{zero}/T_S 与 $\sqrt{L}$ 大致成反比。所以, THD 会随着电感降低而增加。减少电感可以降低电感尺寸和成本, 但开关损耗会因开关频率的增加而增加。在实际情况中, 应该在计算 t_{zero} 时将升压二极管的结电容和升压电感的寄生电容添加至 C_{OSS} 。这意味着, 要获得更好的 THD, 必须最大限度地降低升级电感和二极管结电容的寄生电容。

图 7. t_{zero} 期间的电流流量

ZCD 模块中有一个内部计时器, 当驱动器输出的下降沿开始保持 $150\mu s$ 以上低电位时, 它能提供启动或重启开关动作。如果没有此计时器, PFC 转换器将无法工作, 因为电感电流在 IC 最初开始工作时始终为零。ZCD 绕组电压不会在无任何转换时变为正值。

2.3 锯齿波发生器模块

误差放大器的输出将与锯齿波发生器的输出进行比较, 以确定 MOSFET 的关断时刻。锯齿的斜率由最大开启时间 (MOT) 引脚连接的外部电阻确定。MOT 引脚的电压为 $2.9V$, 该斜率与 MOT 引脚的电流输出成正比。最大开启时间在误差放大器输出为 $5V$ 时确定。连接一个 $40.5k\Omega$ 的电阻时, 最大开启时间为 $24\mu s$ 。电阻增加时, 最大开启时间也会增加, 因为斜率会降低。误差放大器的输出低于 $1V$ 时, MOSFET 开启时间为零。

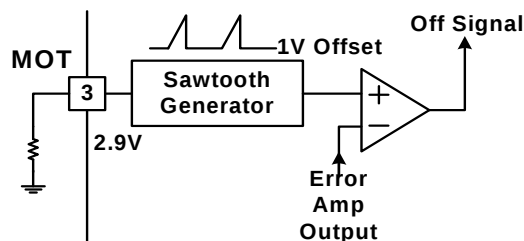


图 8. 锯齿波发生器模块

2.4 过流保护模块

MOSFET 电流将使用外部感测电阻感测, 以提供过流保护。如果 CS 引脚电压高于 $0.8V$, 过流保护比较器将生成一个过流保护信号, 以关断 MOSFET。该比较器包含一个内部 R/C 滤波器, 用于过滤开关噪音。

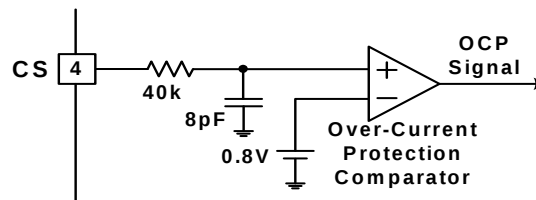


图 9. 过流保护模块

2.5 开关驱动模块

FAN7529 包含一个单图腾柱输出级, 专门设计用来直接驱动功率 MOSFET。在 $1.0nF$ 的负载下, 驱动输出能够提供 $500mA$ 的峰值灌电流、 $800mA$ 的峰值拉电流和 $50ns$ 的典型上升和下降时间。此外还有一个附加电路, 能在 UVLO 起作用时将驱动输出保持为拉模式。输出电压在 $13V$ 箝位以保护 MOSFET 栅极, 即使 V_{CC} 电压高于 $13V$ 。

3. 电路组件设计

3.1 功率级设计

1) 升压电感设计

升压电感的感值决定于输出功率和最低开关频率。为了消除可听噪音，最低开关频率必须高于音频频率 (20kHz)。最大开关周期 $T_{S(max)}$ 是 $V_{in(peak)}$ 和输出电压 V_o 的函数。根据 V_o ，它可以在输入电压最高或最低时获得最大值。将 $V_{in(peak_min)}$ 与 $V_{in(peak_max)}$ 时的 $T_{S(max)}$ 进行比较，然后为最大开关周期选择较大的值。升压电感值可通过等式 6 得出。

$$t_{on} = L \cdot \frac{I_{L(peak)}(t)}{V_{in(peak)} \sin(\omega t)} = L \cdot \frac{2 \cdot I_{in(peak)} \sin(\omega t)}{V_{in(peak)} \sin(\omega t)} \quad (1)$$

$$= L \cdot \frac{2 \cdot I_{in(peak)}}{V_{in(peak)}}$$

$$t_{off} = L \cdot \frac{I_{L(peak)}(t)}{V_o - V_{in(peak)} \sin(\omega t)} \quad (2)$$

$$= L \cdot \frac{2 \cdot I_{in(peak)} \sin(\omega t)}{V_o - V_{in(peak)} \sin(\omega t)}$$

$$I_{in(peak)} = \frac{2 \cdot V_o \cdot I_o}{\eta \cdot V_{in(peak)}} \quad (3)$$

$$T_S = t_{on} + t_{off}$$

$$= 2 \cdot L \cdot I_{in(peak)} \left(\frac{1}{V_{in(peak)}} + \frac{\sin(\omega t)}{V_o - V_{in(peak)} \sin(\omega t)} \right) \quad (4)$$

$$= \frac{4 \cdot L \cdot V_o \cdot I_o}{\eta \cdot V_{in(peak)}^2} \left(1 + \frac{V_{in(peak)} \cdot \sin(\omega t)}{V_o - V_{in(peak)} \sin(\omega t)} \right)$$

$$T_{S(max)} = \frac{4 \cdot L \cdot V_o \cdot I_{o(max)}}{\eta \cdot V_{in(peak)}^2} \left(1 + \frac{V_{in(peak)}}{V_o - V_{in(peak)}} \right) \quad (5)$$

$$L = \frac{\eta \cdot V_{in(peak)}^2}{4 \cdot f_{sw(min)} \cdot V_o \cdot I_{o(max)} \left(1 + \frac{V_{in(peak)}}{V_o - V_{in(peak)}} \right)} \quad (6)$$

2) 辅助绕组设计

当线路电压最高时，辅助绕组电压最低。因此，辅助绕组的匝数可通过等式 7 得出。该电压应高于 ZCD 阈值电压 (1.5V)。

$$N_{aux} > \frac{1.5V \cdot N_P}{(V_o - \sqrt{2}V_{in(peak_max)})} \quad (7)$$

3) 输入电容设计

输入电容的电压纹波在线路电平最低和负载最重时最大。如果输入电流 $f_{sw(min)} \gg f_{ac}$ ，则可以假设输入电流在开关周期内恒定。

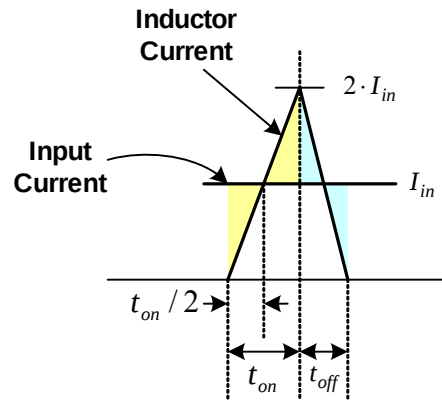


图 10. 开关周期内的输入电流和电感电流波形

$$C_{in} \geq \frac{2}{\Delta V_{in(max)}} \int_0^{t_{on}} \left(I_{in(peak_max)} - 2 \frac{I_{in(peak_max)}}{t_{on}} t \right) dt$$

$$\geq \frac{t_{on} \cdot I_{in(peak_max)}}{2 \cdot \Delta V_{in(max)}} \quad (8)$$

$$\geq \frac{L \cdot I_{o(max)}^2 \cdot V_o^2}{\Delta V_{in(max)} \cdot V_{in(peak_min)}^3}$$

输入电容必须大于由等式 8 计算出的值，最大输入电容受输入位移因数 (IDF) 限制，定义为 $IDF \cdot \cos \phi$ 。如图 11 所示，输入电容会产生 90° 的超前电流，这会导致线路电流和线路电压之间的相位差。相位电压会随输入电容的增加而增加。因此，输入电容必须小于等式 12 计算得出的 $C_{in(max)}$ 。 $C_{in(max)}$ 是在输入端连接的所有电容的总和。

$$V_a = V_A = V_{in(peak)} \cos(\omega t) \quad (9)$$

$$i_a = I_a \cos(\omega t)$$

$$i_A = i_a + i_c = I_a \cos(\omega t) - \omega \cdot C_{in} \cdot V_{in(peak)} \sin(\omega t) \quad (10)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\omega \cdot C_{in} \cdot V_{in(peak)}}{I_a} \right) \quad (11)$$

$$C_{in(max)} = \frac{I_a}{\omega \cdot V_{in(peak)}} \tan(\cos^{-1}(IDF))$$

$$= \frac{2 \cdot V_o \cdot I_o}{\omega \cdot V_{in(peak_max)}^2} \tan(\cos^{-1}(IDF)) \quad (12)$$

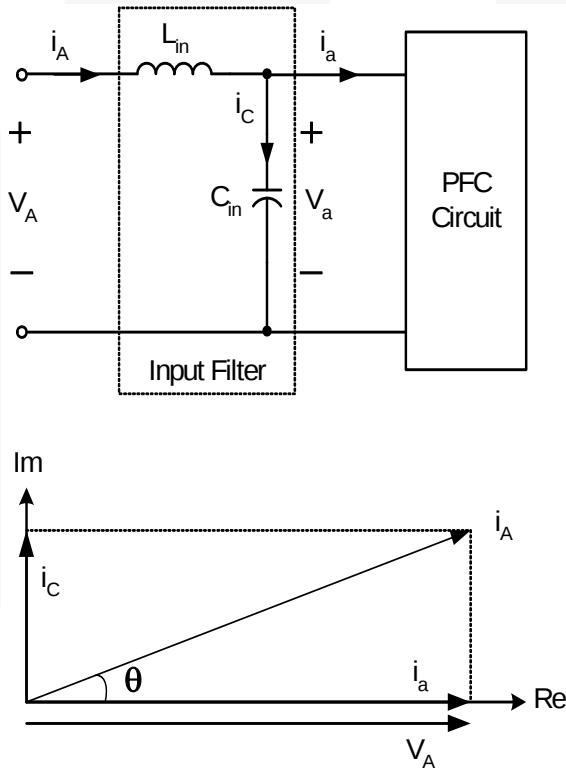


图 11. 由输入滤波电容导致的输入电压和电流位移

4) 输出电容设计

输出电容根据输入和输出功率之间的关系选择。如图 13 所示，最小输出电容由等式 14 确定。

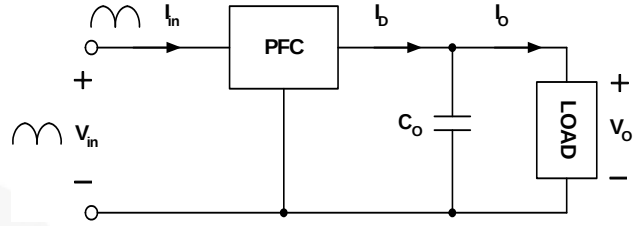


图 12. PFC 配置

$$P_{in} = I_{in(rms)} \cdot V_{in(rms)} \cdot (1 - \cos(2\omega t)) = I_D V_o$$

$$I_D = \frac{I_{in(rms)} \cdot V_{in(rms)}}{V_o} (1 - \cos(2\omega t))$$

$$= I_o \cdot (1 - \cos(2\omega t)) \quad (13)$$

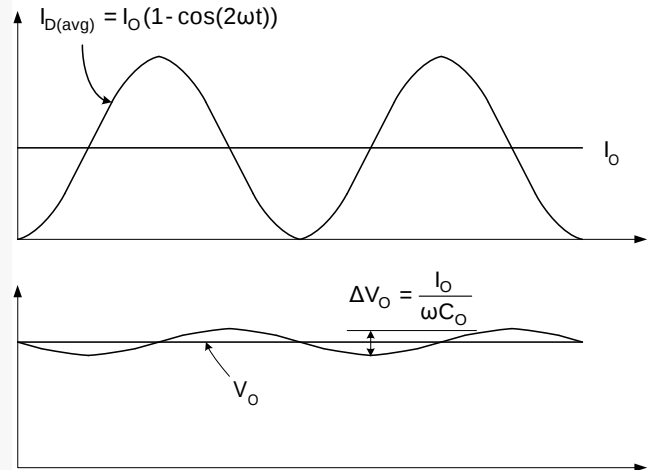


图 13. 二极管电流和输出电压波形

$$C_{o(min)} \geq \frac{I_o(max)}{2\pi \cdot f_{ac} \cdot \Delta V_{o(max)}} \quad (14)$$

5) MOSFET 和二极管选择

MOSFET 的最大 RMS 电流可由等式 15 得出，MOSFET 的传导损耗通过等式 16 计算得出。MOSFET 导通时，MOSFET 电流将从零上升，因此导通损耗可忽略不计。MOSFET 关断损耗和 MOSFET 放电损耗分别通过等式 17 和 18 得出。临界导通模式升压 PFC 转换器的开关频率因线路和负载条件而异。开关频率是线路期间的平均值。MOSFET 的总损耗可通过等式 19 计算得出。在选择 MOSFET 时，应考虑 MOSFET 的热特性。

$$I_{Qrms} = I_{L(peak_max)} \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{4\sqrt{2} \cdot V_{in(LL)}}{9\pi \cdot V_o}} = \frac{2\sqrt{2} \cdot V_o \cdot I_{o(max)}}{\eta \cdot V_{in(LL)}} \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{4\sqrt{2} \cdot V_{in(LL)}}{9\pi \cdot V_o}} \quad (15)$$

$$P_{on} = I_{Qrms}^2 \cdot R_{DSon} \quad (16)$$

$$P_{turn-off} = \frac{1}{6} V_o \cdot I_{L(peak_max)} \cdot t_f \cdot f_{sw} = \frac{\sqrt{2} V_o^2 \cdot I_{o(max)}}{3 \eta \cdot V_{in(LL)}} \cdot t_f \cdot f_{sw} \quad (17)$$

$$P_{discharge} = \frac{4}{3} C_{oss,Vo} \cdot V_o^2 \cdot f_{sw} \quad (18)$$

$$P_{MOSFET} = P_{on} + P_{turn-off} + P_{discharge} \quad (19)$$

二极管平均电流可通过等式 20 计算得出。二极管总损耗可通过等式 21 计算得出。选择二极管时,应考虑二极管的热特性。

$$I_{Davg} = I_{o(max)} \quad (20)$$

$$P_{Diode} = V_f \cdot I_{Davg} \quad (21)$$

3.2 控制电路设计

1) 输出电压感测电阻和反馈环路设计

按照等式 22, 输出电压感测电阻 R_{o1} 和 R_{o2} 由高电平线路的输出电压确定。输出电压感测电阻会导致功率损耗, 因此, R_{o1} 应该高于 1mW。电阻过高会导致 OVP 电路因为内部电容 (C_p) 而出现延迟, 从而使得 OVP 电平略微升高。

$$\frac{R_{o1}}{R_{o2}} = \frac{V_{o_high} - 2.5}{2.5} \quad (22)$$

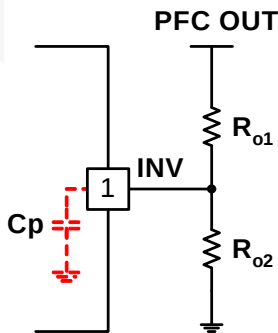


图 14. 输出电压感测电路

对于 PFC 应用, 反馈环路带宽必须低于 20Hz。如果带宽高于 20Hz, 则控制环路会尝试减少输出电压的纹波 (120 Hz), 且线路电流可能会失真, 从而降低功率因数。连接 COMP 与 GND 的电容可以将电源频率的纹波电压 (120 Hz) 衰减 40dB。如果在误差放大器输出和 GND 之间连接了一个电容, 该误差放大器将充当积分器。误差放大器的补偿电容可通过等式 23 计算得出。要提高功率因数, C_{comp} 必须高于计算所得值。但是, 如果取值过大, 输出电压控制环路的速率可能会变慢。

$$C_{comp} = gm \cdot \frac{R_{o2}}{0.01 \cdot 2\pi \cdot 120Hz \cdot (R_{o1} + R_{o2})} \quad (23)$$

为了加强输出电压调节, 可以为简单的积分器增加一个电阻和一个电容 (如图 15 所示)。电阻 R_{comp} 可增加中频带增益, 而电容 C_{filter} (C_{comp} 的 1/10~1/5) 则用于过滤高频噪音。图 16 显示了具有图 15 所示的电路的误差放大器的增益。

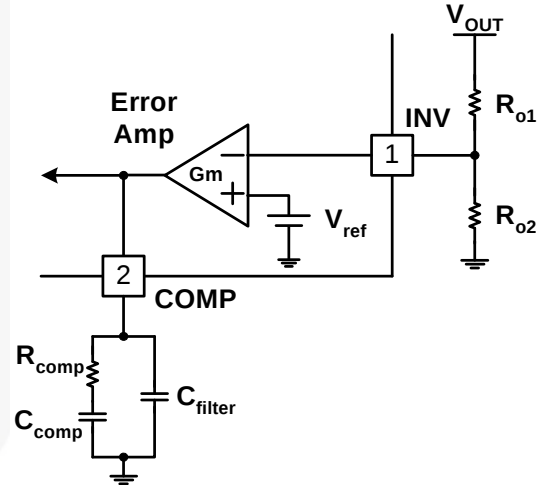


图 15. 误差放大器电路

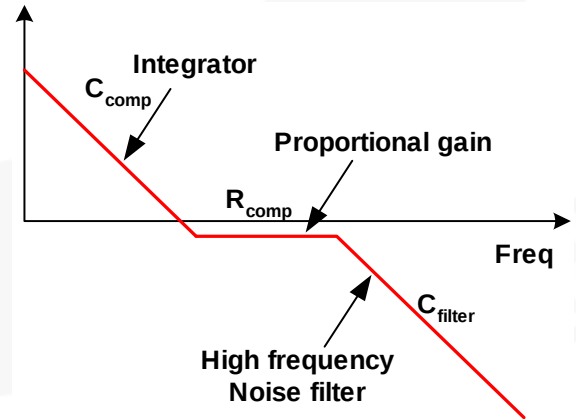


图 16. 误差放大器增益

2) 零电流检测电阻设计

ZCD 电流应该低于 10mA；因此，零电流检测电阻 R_{ZCD} 由 (24) 确定。

$$R_{ZCD} = \left(\frac{N_{aux} \cdot V_o}{N_p} - 5.8V \right) / 10mA \quad (24)$$

由于 ZCD 引脚具有一些电容，因此 ZCD 电阻和电容可能会导致 ZCD 检测出现一些延迟（如图 17 所示）。由于此延迟，MOSFET 不会在电感电容达到零值以及 MOSFET 结电容和电感谐振时导通。电感电流将改变方向并向负极流动。此负极电流的峰值可通过等式 25 确定。如等式 25 所示，负极电流会随着输入电压靠近零值以及 C_{OSS} 增加而增加。该负极电流可降低平均电感电流，并导致 AC 线路的过零触发点附近出现过零触发失真，如图 18 所示。要最大程度地减少过零触发失真，必须尽可能降低 C_{OSS} 并使用较大的电感。但是，最小化 C_{OSS} 和使用较大电感方面也存在限制。因为小型 MOSFET 会增加 MOSFET 传导损耗，而且电感越大，价格越高。

$$I_{NEG} = \sqrt{\frac{C_{OSS}}{L}} \cdot (V_o - V_{in}) \quad (25)$$

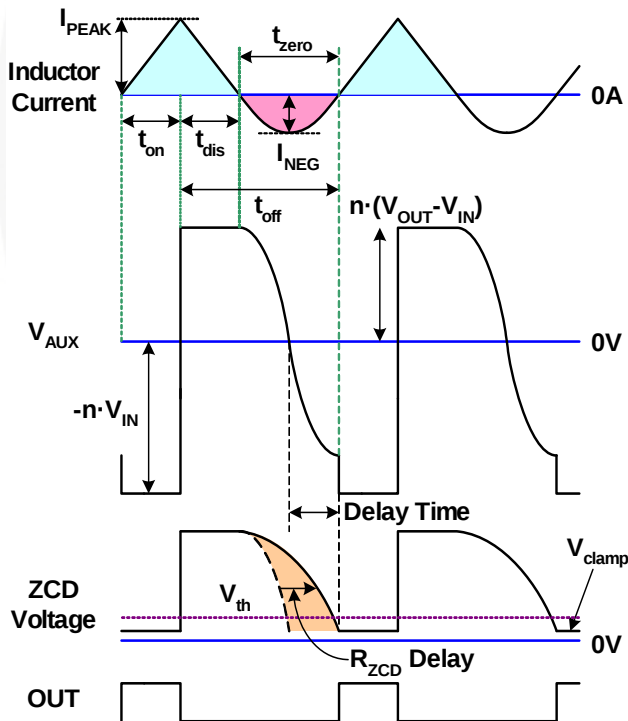


图 17. ZCD 波形

如果已选择适当的 R_{ZCD} ，则可在 V_{ds} 电压达到最低值时导通 MOSFET，以降低开关损耗。建议将 R_{ZCD} 设计为在 V_{ds} 电压达到最低值时导通 MOSFET。

要改进过零触发失真，应该在靠近 AC 线路过零触发点延长 MOSFET 导通时间。如果在 MOT 和辅助绕组之间连接了一个电阻（如图 19 所示），则可轻松实施该功能。由于辅助绕组电压在 MOSFET 导通时期与输入电压成反比，因此电流 I_2 与输入电压成正比（如图 19 所示）。所以，流出 MOT 引脚的电流更改时，内部斜坡的斜率会根据输入电压更改（如图 20 所示）。 I_2 电流在线路电压最高时最大，过零触发改进在 I_2 等于 I_1 的 100%~200% 时最佳。R2 值应通过实验选定。

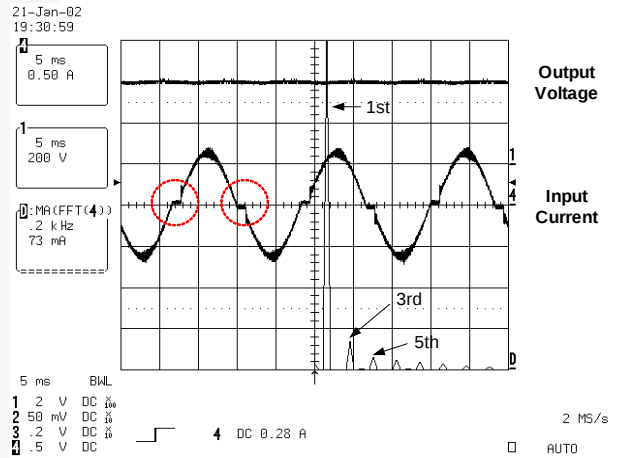


图 18. 过零触发失真

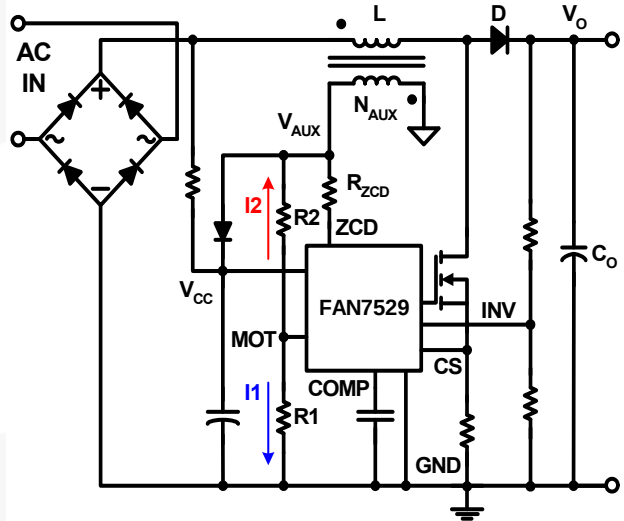
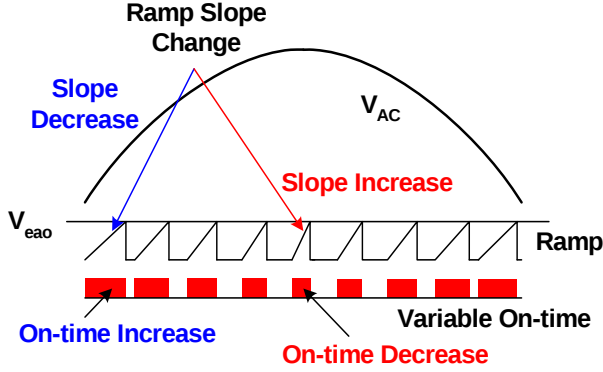


图 19. 过零触发改进电路

图 20. 因 V_{AC} 而变的开启时间

3) 启动电路设计

为了启动 FAN7529，必须通过启动电阻提供启动电流。电阻值通过等式 26 和 27 计算得出。启动电容必须在辅助绕组提供 IC 工作电流之前提供 IC 工作电流，保持 V_{CC} 电压高于 UVLO 电压。启动电容由等式 28 确定。

$$R_{ST} \leq \frac{V_{in(peak_min)} - V_{th(st)max}}{I_{STmax}} \quad (26)$$

$$P_{R_{ST}} = \frac{V_{in(rms_max)}^2}{R_{ST}} \leq 1W \quad (27)$$

$$C_{ST} \geq \frac{I_{dcc}}{2\pi \cdot f_{ac} \cdot HY_{(ST)min}} \quad (28)$$

4) 电流检测电阻设计

CS 引脚电压在 AC 线路电压最低且输出功率最大时最高。电流感测电阻由等式 29 和 31 确定，将电阻的功率损耗限制在 1W 以下。

$$R_{sense} < \frac{0.8V}{I_{L(peak_max)}} = 0.8V \frac{\eta \cdot V_{in(peak_min)}}{4 \cdot V_o \cdot I_{o(max)}} \quad (29)$$

$$P_{R_{sense}} = 2 \cdot \left(\frac{V_o \cdot I_{o(max)}}{\eta \cdot V_{in(peak_min)}} \right)^2 \cdot R_{sense} < 1W \quad (30)$$

$$R_{sense} < \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\eta \cdot V_{in(peak_min)}}{V_o \cdot I_{o(max)}} \right)^2 \quad (31)$$

4. 设计范例

此处利用一个 100W 的转换器来描述使用设计电子表的设计程序。在 excel 文件中输入系统参数，以获取设计参数。系统参数如下：

• 最大输出功率	100W
• 输入电压范围	90Vrms~264Vrms
• 输出电压	392V
• AC 线路频率	60Hz
• PFC 效率	90%
• 最大开关频率	37kHz
• 输入位移因数 (IDF)	0.98
• 输入电容纹波电压	24V
• 输出电压纹波	8V

4.1 电感设计

升压电感由等式 6 确定。计算 AC 线路最低电压和最高电压时的升压电感，然后选择较低的值。本示例中计算得出的值是 403μH。为了获得计算得出的电感值，已使用 EI30 磁芯，初级绕组为 44 匝。EI 磁芯两条芯柱的气隙为 0.6mm。等式 7 确定的辅助绕组数为 5，但需要使用更多绕组，因此该数量为 6。

4.2 输入电容设计

最小输入电容由输入电压纹波规格确定。计算得出的最小输入电容值为 0.33μF。最大输入电容受 IDF 限制。计算得出的值为 0.77μF。选定值为 0.63μF（连接至输入端、C1、C2、C3、C4 和 C5 的所有电容的总和）。

4.3 输出电容设计

最小输出电容由等式 14 确定，计算得出的值为 85μF。电容的选定值为 100μF。

4.4 MOSFET 和二极管选择

通过计算等式 15-19，选定了 500V/13A 的 MOSFET FQPF13N50C；按照等式 20-21 的结果选定了 600V/1A 的二极管 BYV26C。

4.5 输出电压感测电阻和反馈回路设计

上方输出电压检测电阻选定为 2MW，下方输出电压检测电阻为 12.6kW。按照等式 23 的计算结果，误差放大器的补偿电容必须大于 0.1μF。因此需使用 0.22μF 的电容。

4.6 零电流检测电阻设计

计算得出的值为 3.1kW，选定值为 20kW。ZCD 引脚和地线之间连接了一个 47pF 的陶瓷电容，以延长开启 MOSFET 最小电压的延迟时间。

4.7 启动电路设计

按照等式 26-27 确定的结果，最大启动电阻为 1.63MW，最小启动电阻为 140kW。选择的电阻为 330kW。按照等式 28 的计算结果，V_{CC} 电容必须大于 7μF，因此选定值为 47μF。

4.8 电流检测电阻设计

按照等式 31 的结果，最大电流检测电阻为 0.23W。选定值为 0.2W。

4.9 MOT 电阻设计

确定的 MOT 电阻可在 AC 线路电压最低且输出功率最高时获得最大启动时间。计算得出的值为 20.44kW，最大启动时间为 12.26μs。为了提高 THD 性能，我们使用了一个 33kW 的电阻作为 MOT 电阻，并且在 MOT 引脚和辅助绕组之间连接了一个 370kW 的电阻。最大启动时间由等式 32 确定，MOT 电阻由等式 33 确定。

$$MOT = \frac{2 \cdot L \cdot P_o}{\eta \cdot V_{in(rms_min)}^2} \cdot 10^{-6} \quad (32)$$

$$R_{MOT} > \frac{MOT}{600} \times 10^{12} \quad (33)$$

4.10 MOSFET 栅极驱动电阻设计

如图 21 所示，在 MOSFET 导通期间，可以为内部斜坡信号添加噪音电压。如果误差放大器输出接近 1V，AC 线路电压波形可能会由于此噪音而失真。如果存在波形失真，建议使用更高的电阻来导通 MOSFET，并且使用关断二极管来加快关断过程。

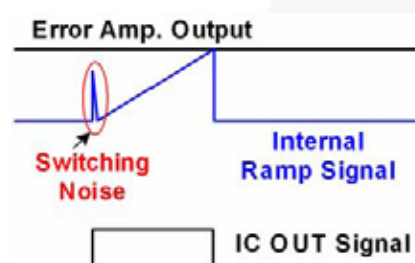


图 21. 内部斜坡信号的导通噪音

图 22 显示了设计的应用电路图，表 1 显示了 100W 的开发板组件列表。

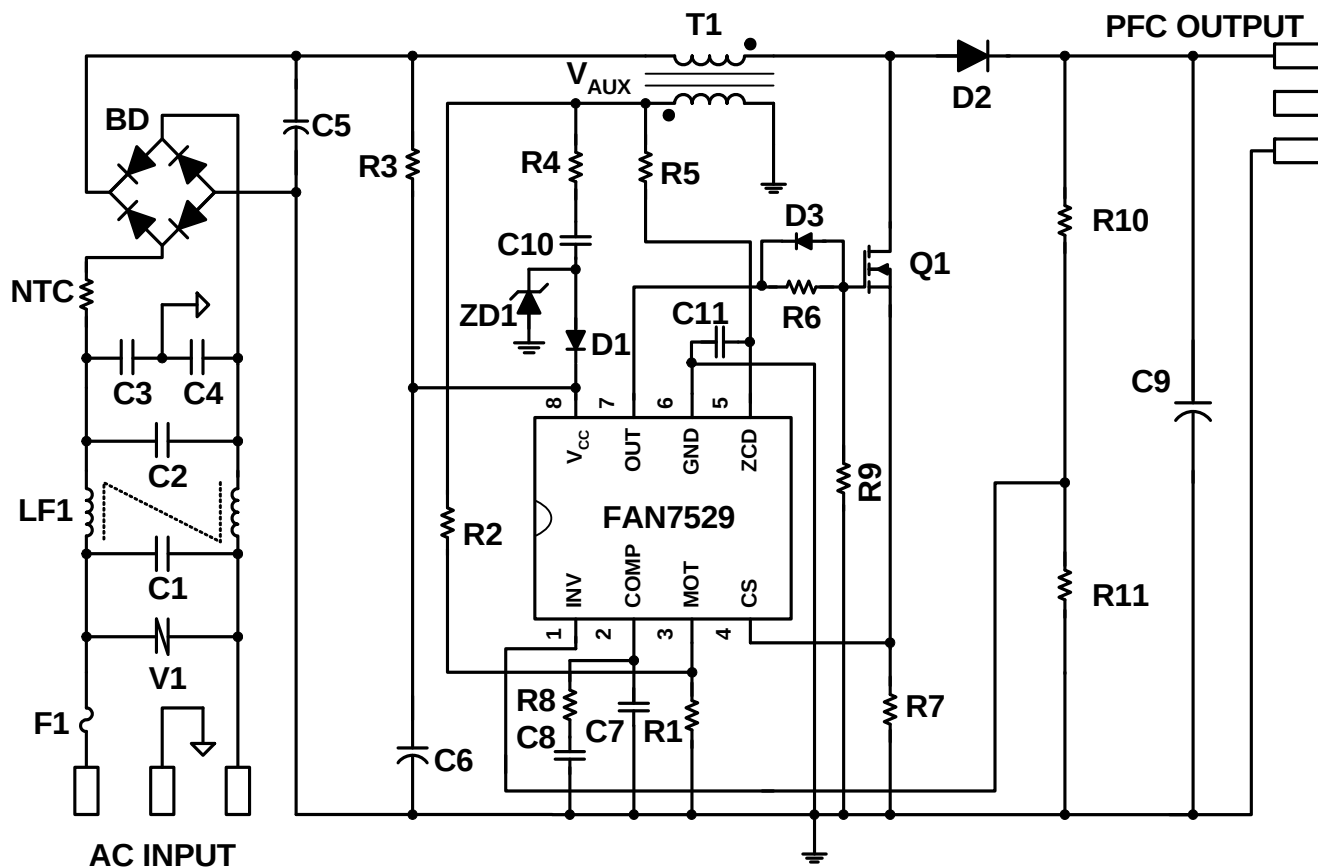


图 22. 应用电路原理图

表 1. 100W 开发板器件列表 (400 μ H, 大输入范围应用)

器件号	数值	注意	器件号	数值	注意
保险丝			电容		
F1	250V/3A		C1	150nF/275V _{AC}	盒式电容
TNR			C2	470nF/275V _{AC}	盒式电容
V1	471	470V	C3,C4	2.2nF/3kV	陶瓷电容
NTC			C6	47 μ F/25V	电解电容
RT1	10D-9		C7	47nF/50V	陶瓷电容
电阻			C8	220nF	MLCC
R1	42k Ω	1/4W	C9	100 μ F/450V	电解电容
R2	370k Ω	1/4W	C10	12nF/100V	薄膜电容
R3	330k Ω	1/2W	C11	56pF/50V	陶瓷电容
R4	150 Ω	1W	二极管		
R5	20k Ω	1/4W	BD	KBL06	飞兆
R6	100 Ω	1/4W	D1	1N4148	飞兆
R7	0.2 Ω	1/2W	D2	BYV26C	600V/1A
R8	10k Ω	1/4W	D3	SB140	飞兆
R9	10k Ω	1/4W	ZD1	1N4746	飞兆
R10	2M Ω	1/4W	电感		
R11	12.6k Ω	1/4W	T1	400 μ F(44T:6T)	EI3026
IC			初级: 0.2 ϕ *10, 从引脚 5 到引脚 3		
IC1	FAN7529		次级: 0.2 ϕ , 从引脚 2 到引脚 4		
线路滤波器			MOSFET		
LF1	38mH	0.45mm 电线	Q1	FQPF13N50C	500V/13A

表 2. 性能数据

		85V _{AC}	115V _{AC}	230V _{AC}	265V _{AC}
100W	PF	0.998	0.998	0.991	0.985
	THD	3.97%	4.43%	5.25%	5.47%
	效率	90.3%	92.7%	94.7%	95.2%
50W	PF	0.998	0.997	0.974	0.956
	THD	4.81%	5.28%	6.74%	7.67%
	效率	90.1%	90.8%	91.7%	92.5%

表 3. 100W 开发板器件列表 (600μH, 大输入范围应用)

器件号	数值	注意	器件号	数值	注意
保险丝			电容		
F1	250V/3A		C1	150nF/275V _{AC}	盒式电容
TNR			C2	470nF/275V _{AC}	盒式电容
V1	471	470V	C3,C4	2.2nF/3kV	陶瓷电容
NTC			C6	47μF/25V	电解电容
RT1	10D-9		C7	100nF/50V	陶瓷电容
电阻			C8	1μF	MLCC
R1	56kΩ	1/4W	C9	100μF/450V	电解电容
R2	820kΩ	1/4W	C10	12nF/100V	薄膜电容
R3	330kΩ	1/2W	C11	56pF/50V	陶瓷电容
R4	150Ω	1/2W	二极管		
R5	20kΩ	1/4W	BD	KBL06	飞兆
R6	100Ω	1/4W	D1	1N4148	飞兆
R7	0.2Ω	1/2W	D2	BYV26C	600V/1A
R8	10kΩ	1/4W	D3	SB140	飞兆
R9	10kΩ	1/4W	ZD1	1N4746	飞兆
R10	2MΩ	1/4W	电感		
R11	12.6kΩ	1/4W	T1	600μF(58T:8T)	EI3026
IC			初级: 0.1φ*30, 从引脚 5 到引脚 3		
IC1	FAN7529		次级: 0.2φ, 从引脚 2 到引脚 4		
线路滤波器			MOSFET		
LF1	38mH	0.45mm 电线	Q1	FQPF13N50C	500V/13A

表 4. 性能数据

		85V _{AC}	115V _{AC}	230V _{AC}	265V _{AC}
100W	PF	0.998	0.998	0.991	0.985
	THD	5.35%	5.64%	5.49%	6.24%
	效率	90%	92.8%	94.8%	95.2%
75W	PF	0.999	0.998	0.986	0.977
	THD	4.81%	5.28%	6.74%	7.67%
	效率	90.7%	92.5%	93.8%	94.4%
50W	PF	0.998	0.997	0.974	0.956
	THD	4.37%	4.95%	5.88%	6.22%
	效率	90.4%	91.1%	91.8%	92.4%
25W	PF	0.995	0.991	0.925	0.879
	THD	7.94%	8.58%	7.86%	8.15%
	效率	86.8%	86.3%	86.2%	87.1%

表 5. 32W 大输入范围应用器件列表

器件号	数值	注意	器件号	数值	注意
保险丝			电容		
F1	250V/1A		C1	47nF/275V _{AC}	盒式电容
TNR			C2	220nF/275V _{AC}	盒式电容
V1	471	470V	C3,C4	2.2nF/3kV	陶瓷电容
NTC			C6	22μF/25V	电解电容
RT1	10D-9		C7	47nF/50V	陶瓷电容
电阻			C8	220nF	MLCC
R1	56kΩ	1/4W	C9	33μF/450V	电解电容
R2	600kΩ	1/4W	C10	12nF/100V	薄膜电容
R3	330kΩ	1/2W	C11	47pF/50V	陶瓷电容
R4	150Ω	1/2W	二极管		
R5	33kΩ	1/4W	BD	KBP06M	飞兆
R6	100Ω	1/4W	D1	1N4148	飞兆
R7	0.62Ω	1/2W	D2	BYV26C	600V/1A
R8	10kΩ	1/4W	D3	SB140	飞兆
R9	10kΩ	1/4W	ZD1	1N4746	飞兆
R10	2MΩ	1/4W	电感		
R11	12.6kΩ	1/4W	T1	1.88mH(156T:18T)	EI2519
IC			初级: 0.3φ, 从引脚 4 到引脚 2		
IC1	FAN7529		次级: 0.2φ, 从引脚 1 到引脚 3		
线路滤波器			MOSFET		
LF1	90mH	0.25mm 电线	Q1	FQPF3N50C	500V/3A

表 6. 性能数据

		85V _{AC}	115V _{AC}	230V _{AC}	265V _{AC}
32W	PF	0.998	0.997	0.987	0.978
	THD	5.4%	3.94%	4.59%	5.11%
	效率	87.8%	90%	91.5%	92.1%
24W	PF	0.999	0.998	0.98	0.966
	THD	3.74%	4.02%	4.93%	4.7%
	效率	87.5%	88.8%	89.7%	90.5%
16W	PF	0.998	0.996	0.963	0.937
	THD	5.19%	5.28%	5.71%	6.21%
	效率	85.7%	86%	86.1%	86.9%
8W	PF	0.994	0.989	0.899	0.836
	THD	8.13%	8.6%	8.68%	9.62%
	效率	78.4%	77.3%	77%	78.3%

表 7. 32W 220V_{AC} 输入应用器件列表

器件号	数值	注意	器件号	数值	注意
保险丝			电容		
F1	250V/1A		C1	47nF/275V _{AC}	盒式电容
TNR			C2	267nF/275V _{AC}	盒式电容
V1	471	470V	C3,C4	2.2nF/3kV	陶瓷电容
NTC			C6	22μF/25V	电解电容
RT1	10D-9		C7	47nF/50V	陶瓷电容
电阻			C8	220nF	MLCC
R1	33kΩ	1/4W	C9	33μF/450V	电解电容
R2	220kΩ	1/4W	C10	12nF/100V	薄膜电容
R3	330kΩ	1/2W	C11	47pF/50V	陶瓷电容
R4	150Ω	1/2W	二极管		
R5	31kΩ	1/4W	BD	KBP06M	飞兆
R6	100Ω	1/4W	D1	1N4148	飞兆
R7	1.3Ω	1/2W	D2	BYV26C	600V/1A
R8	10kΩ	1/4W	D3	SB140	飞兆
R9	10kΩ	1/4W	ZD1	1N4746	飞兆
R10	2MΩ	1/4W	电感		
R11	12.6kΩ	1/4W	T1	1.88mH(84T:11T)	EI2218
IC			初级: 0.3φ, 从引脚 4 到引脚 2		
IC1	FAN7529		次级: 0.2φ, 从引脚 1 到引脚 3		
线路滤波器			MOSFET		
LF1	73mH	0.25mm 电线	Q1	FQPF3N50C	500V/3A

表 8. 性能数据

		176V _{AC}	220V _{AC}	265V _{AC}
32W	PF	0.994	0.989	0.979
	THD	6.03%	6.48%	6.62%
	效率	90.6%	91.1%	92.2%
24W	PF	0.992	0.984	0.969
	THD	6.3%	5.74%	4.2%
	效率	88.8%	89.3%	90.5%
16W	PF	0.987	0.97	0.94
	THD	5.44%	3.84%	4.11%
	效率	85.3%	85.8%	87.5%
8W	PF	0.963	0.917	0.836
	THD	4.75%	5.9%	9.64%
	效率	76.8%	77.7%	80.5%

表 9. 64W 大输入范围应用器件列表

器件号	数值	注意	器件号	数值	注意
保险丝			电容		
F1	250V/2A		C1	47nF/275V _{AC}	盒式电容
TNR			C2	330nF/275V _{AC}	盒式电容
V1	471	470V	C3,C4	2.2nF/3kV	陶瓷电容
NTC			C6	22μF/25V	电解电容
RT1	10D-9		C7	47nF/50V	陶瓷电容
电阻			C8	220nF	MLCC
R1	56kΩ	1/4W	C9	68μF/450V	电解电容
R2	820kΩ	1/4W	C10	12nF/100V	薄膜电容
R3	330kΩ	1/2W	C11	47pF/50V	陶瓷电容
R4	150Ω	1/2W	二极管		
R5	20kΩ	1/4W	BD	2KBP06M	飞兆
R6	100Ω	1/4W	D1	1N4148	飞兆
R7	0.3Ω	1/2W	D2	BYV26C	600V/1A
R8	10kΩ	1/4W	D3	SB140	飞兆
R9	10kΩ	1/4W	ZD1	1N4746	飞兆
R10	2MΩ	1/4W	电感		
R11	12.6kΩ	1/4W	T1	944μF(75T:11T)	EI2820
IC			初级: 0.3φ, 从引脚 5 到引脚 3		
IC1	FAN7529		次级: 0.2φ, 从引脚 2 到引脚 4		
线路滤波器			MOSFET		
LF1	73mH	0.35mm 电线	Q1	FQPF6N50	500V/6A

表 10. 性能数据

		85V _{AC}	115V _{AC}	230V _{AC}	265V _{AC}
64W	PF	0.999	0.999	0.992	0.987
	THD	3.88%	3.37%	4.61%	5.16%
	效率	87.5%	90.5%	92.7%	93.4%
48W	PF	0.999	0.998	0.989	0.981
	THD	3.75%	3.66%	4.24%	4.92%
	效率	87.9%	89.6%	91.1%	92%
32W	PF	0.998	0.997	0.979	0.964
	THD	5.19%	5.28%	5.71%	6.21%
	效率	86.9%	87.4%	88.1%	89.4%
16W	PF	0.996	0.993	0.939	0.897
	THD	6.86%	7.08%	7.73%	8.6%
	效率	81.3%	80.3%	80.9%	82.6%

表 11. 64W 220V_{AC} 输入应用器件列表

器件号	数值	注意	器件号	数值	注意
保险丝			电容		
F1	250V/2A		C1	47nF/275V _{AC}	盒式电容
TNR			C2	330nF/275V _{AC}	盒式电容
V1	471	470V	C3,C4	2.2nF/3kV	陶瓷电容
NTC			C6	22μF/25V	电解电容
RT1	10D-9		C7	47nF/50V	陶瓷电容
电阻			C8	220nF	MLCC
R1	30kΩ	1/4W	C9	68μF/450V	电解电容
R2	220kΩ	1/4W	C10	12nF/100V	薄膜电容
R3	330kΩ	1/2W	C11	56pF/50V	陶瓷电容
R4	150Ω	1/2W	二极管		
R5	22kΩ	1/4W	BD	2KBP06M	飞兆
R6	100Ω	1/4W	D1	1N4148	飞兆
R7	0.7Ω	1/2W	D2	BYV26C	600V/1A
R8	10kΩ	1/4W	D3	SB140	飞兆
R9	10kΩ	1/4W	ZD1	1N4746	飞兆
R10	2MΩ	1/4W	电感		
R11	12.6kΩ	1/4W	T1	944μF(84T:13T)	EI2519
IC			初级: 0.3φ, 从引脚 4 到引脚 2		
IC1	FAN7529		次级: 0.2φ, 从引脚 1 到引脚 3		
线路滤波器			MOSFET		
LF1	73mH	0.35mm 电线	Q1	FQPF6N50	500V/6A

表 12. 性能数据

		176V _{AC}	220V _{AC}	265V _{AC}
64W	PF	0.994	0.991	0.987
	THD	8.69%	8.5%	7.24%
	效率	91.9%	92.5%	93.4%
48W	PF	0.994	0.99	0.982
	THD	7.68%	6.92%	5.17%
	效率	90.5%	91.1%	92.2%
32W	PF	0.991	0.983	0.965
	THD	6.16%	4.58%	3.57%
	效率	87.7%	88.3%	89.9%
16W	PF	0.978	0.949	0.894
	THD	4.68%	5.22%	9.44%
	效率	80.4%	81.3%	83.8%

表 13. 100W 220V_{AC} 输入应用器件列表

器件号	数值	注意	器件号	数值	注意
保险丝			电容		
F1	250V/3A		C1	150nF/275V _{AC}	盒式电容
TNR			C2	470nF/275V _{AC}	盒式电容
V1	471	470V	C3,C4	2.2nF/3kV	陶瓷电容
NTC			C6	22μF/25V	电解电容
RT1	10D-9		C7	47nF/50V	陶瓷电容
电阻			C8	220nF	MLCC
R1	20kΩ	1/4W	C9	100μF/450V	电解电容
R2	220kΩ	1/4W	C10	12nF/100V	薄膜电容
R3	330kΩ	1/2W	C11	47pF/50V	陶瓷电容
R4	150Ω	1/2W	二极管		
R5	22kΩ	1/4W	BD	KBL06	飞兆
R6	100Ω	1/4W	D1	1N4148	飞兆
R7	0.44Ω	1/2W	D2	BYV26C	600V/1A
R8	10kΩ	1/4W	D3	SB140	飞兆
R9	10kΩ	1/4W	ZD1	1N4746	飞兆
R10	2MΩ	1/4W	电感		
R11	12.6kΩ	1/4W	T1	600μF(36T:5T)	EI2519
IC			初级: 0.35φ, 从引脚 5 到引脚 3		
IC1	FAN7529		次级: 0.2φ, 从引脚 2 到引脚 4		
线路滤波器			MOSFET		
LF1	38mH	0.45mm 电线	Q1	FQPF13N50C	500V/13A

表 14. 性能数据

		176V _{AC}	220V _{AC}	265V _{AC}
100W	PF	0.996	0.992	0.987
	THD	6.18%	6.37%	6.52%
	效率	94%	94.6%	95.4%
75W	PF	0.994	0.989	0.980
	THD	5.73%	5.48%	4.96%
	效率	93.5%	94%	94.9%
50W	PF	0.991	0.980	0.961
	THD	5.25%	4.32%	4.84%
	效率	91.9%	92.5%	93.4%
25W	PF	0.972	0.938	0.880
	THD	6.93%	7.57%	9.1%
	效率	87.2%	87.6%	88.9%

表 15. 150W 大输入范围应用器件列表

器件号	数值	注意	器件号	数值	注意
保险丝			电容		
F1	250V/3A		C1	150nF/275V _{AC}	盒式电容
TNR			C2	470nF/275V _{AC}	盒式电容
V1	471	470V	C3,C4	2.2nF/3kV	陶瓷电容
NTC			C6	22μF/25V	电解电容
RT1	10D-9		C7	47nF/50V	陶瓷电容
电阻			C8	220nF	MLCC
R1	56kΩ	1/4W	C9	150μF/450V	电解电容
R2	720kΩ	1/4W	C10	12nF/100V	薄膜电容
R3	330kΩ	1/2W	C11	47pF/50V	陶瓷电容
R4	150Ω	1/2W	二极管		
R5	20kΩ	1/4W	BD	KBU06K	飞兆
R6	100Ω	1/4W	D1	1N4148	飞兆
R7	0.11Ω	1/2W	D2	SUF15J	600V/1A
R8	10kΩ	1/4W	D3	SB140	飞兆
R9	10kΩ	1/4W	ZD1	1N4746	飞兆
R10	2MΩ	1/4W	电感		
R11	12.6kΩ	1/4W	T1	400μF(64T:10T)	EI3530
IC			初级: 0.65φ, 从引脚 5 到引脚 3		
IC1	FAN7529		次级: 0.2φ, 从引脚 2 到引脚 4		
线路滤波器			MOSFET		
LF1	33mH	0.65mm 电线	Q1	FQPF13N50C	500V/13A

表 16. 性能数据

		85V _{AC}	115V _{AC}	230V _{AC}	265V _{AC}
150W	PF	0.998	0.998	0.994	0.991
	THD	5.32%	4.63%	6.23%	7.39%
	效率	90.5%	93.3%	95.1%	95.6%
112.5W	PF	0.999	0.998	0.992	0.989
	THD	3.77%	4.28%	5.88%	6.19%
	效率	91.3%	93%	94.4%	94.9%
75W	PF	0.999	0.998	0.987	0.977
	THD	3.5%	4.58%	4.73%	5.1%
	效率	91.2%	91.7%	92.5%	93.4%
37.5W	PF	0.997	0.996	0.962	0.934
	THD	5.372%	5.967%	5.768%	6.487%
	效率	87.7%	87.1%	87.4%	88.8%

表 17. 150W 220V_{AC} 输入应用器件列表

器件号	数值	注意	器件号	数值	注意
保险丝			电容		
F1	250V/3A		C1	150nF/275V _{AC}	盒式电容
TNR			C2	470nF/275V _{AC}	盒式电容
V1	471	470V	C3,C4	2.2nF/3kV	陶瓷电容
NTC			C6	22μF/25V	电解电容
RT1	10D-9		C7	47nF/50V	陶瓷电容
电阻			C8	220nF	MLCC
R1	38kΩ	1/4W	C9	150μF/450V	电解电容
R2	330kΩ	1/4W	C10	12nF/100V	薄膜电容
R3	330kΩ	1/2W	C11	47pF/50V	陶瓷电容
R4	150Ω	1/2W	二极管		
R5	20kΩ	1/4W	BD	KBU06K	飞兆
R6	100Ω	1/4W	D1	1N4148	飞兆
R7	0.3Ω	1/2W	D2	BYV26C	600V/1A
R8	10kΩ	1/4W	D3	SB140	飞兆
R9	10kΩ	1/4W	ZD1	1N4746	飞兆
R10	2MΩ	1/4W	电感		
R11	12.6kΩ	1/4W	T1	400μF(28T:4T)	EI3026
IC			初级: 0.45φ, 从引脚 5 到引脚 3		
IC1	FAN7529		次级: 0.2φ, 从引脚 2 到引脚 4		
线路滤波器			MOSFET		
LF1	38mH	0.45mm 电线	Q1	FQPF9N50	500V/9A

表 18. 性能数据

		176V _{AC}	220V _{AC}	265V _{AC}
150W	PF	0.996	0.993	0.99
	THD	7.55%	8.24%	8.74%
	效率	94.3%	95%	95.8%
112.5W	PF	0.995	0.992	0.988
	THD	7.1%	7.3%	7.49%
	效率	93.5%	94.3%	95.1%
75W	PF	0.994	0.989	0.979
	THD	6.03%	6.18%	5.47%
	效率	92.1%	93.3%	93.7%
37.5W	PF	0.985	0.968	0.936
	THD	6.85%	6.19%	7.12%
	效率	88%	88.6%	89.7%

表 19. 200W 大输入范围应用器件列表

器件号	数值	注意	器件号	数值	注意
保险丝			电容		
F1	250V/5A		C1	470nF/275V _{AC}	盒式电容
TNR			C2	470nF/275V _{AC}	盒式电容
V1	471	470V	C3,C4	2.2nF/3kV	陶瓷电容
NTC			C6	47μF/25V	电解电容
RT1	10D-9		C7	47nF/50V	陶瓷电容
电阻			C8	220nF	MLCC
R1	37kΩ	1/4W	C9	220μF/450V	电解电容
R2	250kΩ	1/4W	C10	12nF/100V	薄膜电容
R3	330kΩ	1/2W	C11	47pF/50V	陶瓷电容
R4	150Ω	1/2W	二极管		
R5	20kΩ	1/4W	BD	KBU8K	飞兆
R6	100Ω	1/4W	D1	1N4148	飞兆
R7	0.1Ω	1W	D2	SUF30J	600V/1A
R8	10kΩ	1/4W	D3	SB140	飞兆
R9	10kΩ	1/4W	ZD1	1N4746	飞兆
R10	2MΩ	1/4W	电感		
R11	12.6kΩ	1/4W	T1	200μF(30T:3T)	EI3026
IC			初级: 0.1φ*100, 从引脚 5 到引脚 3		
IC1	FAN7529		次级: 0.2φ, 从引脚 2 到引脚 4		
线路滤波器			MOSFET		
LF1	22mH	0.7mm 电线	Q1	FDPF20N50	飞兆

表 20. 性能数据

		85V _{AC}	115V _{AC}	230V _{AC}	265V _{AC}
200W	PF	0.999	0.998	0.993	0.990
	THD	3.8%	4.3%	6.5%	6.5%
	效率	91.8%	94.8%	96.9%	97.3%
150W	PF	0.999	0.998	0.990	0.985
	THD	4.7%	5.2%	7.0%	6.9%
	效率	93.3%	95.5%	96.9%	97.0%
100W	PF	0.997	0.996	0.981	0.971
	THD	6.5%	7.4%	9.0%	8.5%
	效率	94.3%	95.3%	96.2%	96.0%

术语

C_{comp} : 补偿电容

C_{IN} : 输入电容

C_{OUT} : 输出电容

C_{ST} : 启动电容

f_{ac} : AC 线路频率

$f_{\text{sw(max)}}$: 最大开关频率

$f_{\text{sw(min)}}$: 最小开关频率

f_{sw} : 开关频率

$H_{Y(ST) \text{ min}}$: 最小 UVLO 滞后

I_{D} : 升压二极管电流

I_{Davg} : 二极管平均电流

I_{Drms} : 二极管 RMS 电流

$I_{\text{in (peak)}}$: 输入电流峰值

$I_{\text{in (peak_max)}}$: 输入电流峰值的最大值

$I_{\text{in (rms)}}$: 输入电流 RMS 值

$I_{\text{in (t)}}$: 输入电流

$I_{\text{L (t)}}$: 电感电流

$I_{\text{L(peak) (t)}}$: 一个开关周期内的电感电流峰值

$I_{\text{L(peak)}}$: 一个 AC 线路周期内的电感电流峰值

$I_{\text{L(peak_max)}}$: 最大电感电流峰值

$I_{\text{O (max)}}$: 最大输出电流

I_{O} : 输出电流

I_{Qrms} : MOSFET RMS 电流

I_{STmax} : 最大启动电源电流

L : 升压电感量

N_{aux} : 辅助绕组匝数

N_{P} : 升压电感匝数

P_{in} : 输入功率

$P_{\text{O(max)}}$: 最大输出功率

P_{O} : 输出功率

R_{sense} : 电流感测电阻

R_{ST} : 启动电阻

R_{zcd} : 零电流检测电阻

t_{f} : MOSFET 电流下降时间

t_{off} : 关断时间

t_{on} : 导通时间

T_{S} : 开关周期

$V_{\text{in (peak)}}$: 输入电压峰值

$V_{\text{in (peak_low)}}$: 低电平线路的输入电压峰值

$V_{\text{in (peak_max)}}$: 最大输入电压峰值

$V_{\text{in (peak_min)}}$: 最小输入电压峰值

$V_{\text{in (rms)}}$: 输入电压 RMS 值

$V_{\text{in (rms_max)}}$: 最大输入电压 RMS 值

$V_{\text{in (rms_min)}}$: 最小输入电压 RMS 值

$V_{\text{in (t)}}$: 输入电压

V_{O} 或 V_{OUT} : 输出电压

$DV_{\text{in (max)}}$: 最大输入电压纹波

$DV_{\text{O (max)}}$: 最大输出电压纹波

η : 转换器效率

ω : AC 线路角频率



DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION, OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which,
 - (a) are intended for surgical implant into the body, or
 - (b) support or sustain life, or
 - (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

ON Semiconductor and  are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada

Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910

Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com

Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local
Sales Representative