

# 带功率因数校正的初级端调节 LED 驱动器

## FL7733A



### 描述

FL7733A 是一款采用先进的初级端调节 (PSR) 技术的高度集成式 PWM 控制器，能够尽可能减少中低功率 LED 照明转换器中的元件。

该 LED 驱动器利用创新型 TRUECURRENT® 技术实现严格的恒流输出，从而使通用线路电压范围内恒流 (CC) 容差小于  $\pm 1\%$  的设计满足严苛的 LED 亮度要求。

FL7733A 通过尽可能减小导通时间波动，在通用线路范围内实现高功率因数和低 THD。采用一个集成式高压启动电路实现快速启动和高系统效率。在启动期间，通过自适应反馈环路控制，预测稳态状况并设置接近于稳态的初始反馈状况，从而避免出现 LED 电流过高或过低。

FL7733A 还提供多种强大的保护功能，如 LED 短路/开路、输出二极管短路、检测电阻短路/开路、以及过温保护，从而实现较高的系统可靠性。

FL7733 控制器采用 8 引脚小尺寸封装 (SOP)。

### 特性

#### 性能

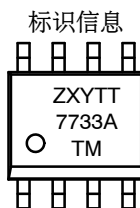
- 所有条件下的总恒流容差小于  $\pm 3\%$   
通用线路电压范围内的变动小于  $\pm 1\%$   
50% - 100% 负载电压变化小于  $\pm 1\%$   
 $\pm 20\%$  电感变化小于  $\pm 1\%$
- 初级端调节控制无需大容量输入电容和次级反馈电路，即可实现具有成本效益的解决方案
- 应用输入电压范围：80 V<sub>AC</sub> - 308 V<sub>AC</sub>
- 通用线路输入范围内的高 PF (大于 0.9) 和低 THD (小于 10%)
- 使用带 V<sub>DD</sub> 调节的内部高压启动实现快速启动 (85 V<sub>AC</sub> 下，启动时间小于 200 ms)
- 通过自适应反馈回路控制，实现无过冲启动

#### 系统保护

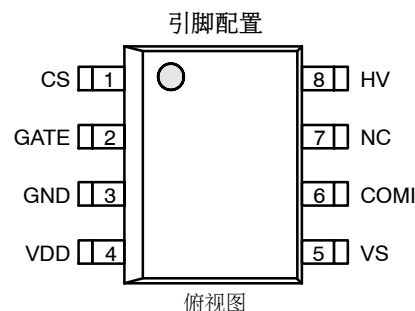
- LED 短路/开路保护
- 输出二极管短路保护
- 检测电阻短路/开路保护
- V<sub>DD</sub> 过压保护 (OVP)
- V<sub>DD</sub> 欠压锁定 (UVLO)
- 过温保护 (OTP)
- 所有保护功能都是在自动重启 (AR) 模式下实现
- 逐周期限流

#### 应用

- 5 W 至大于 60 W 的低功率至中等功率 LED 照明系统兼容模拟调光功能



7733A = Device Code  
Z = 工厂代码  
X = 一位数字年份代码  
Y = 一位数字周代码  
TT = 两位数字模具运行代码  
T = 封装类型 (M = SOP)  
M = 制造流代码



### ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information on page 12 of this data sheet.

#### 相关产品资源

- [FL7733A 产品文件夹](#)

# FL7733A

## 应用框图

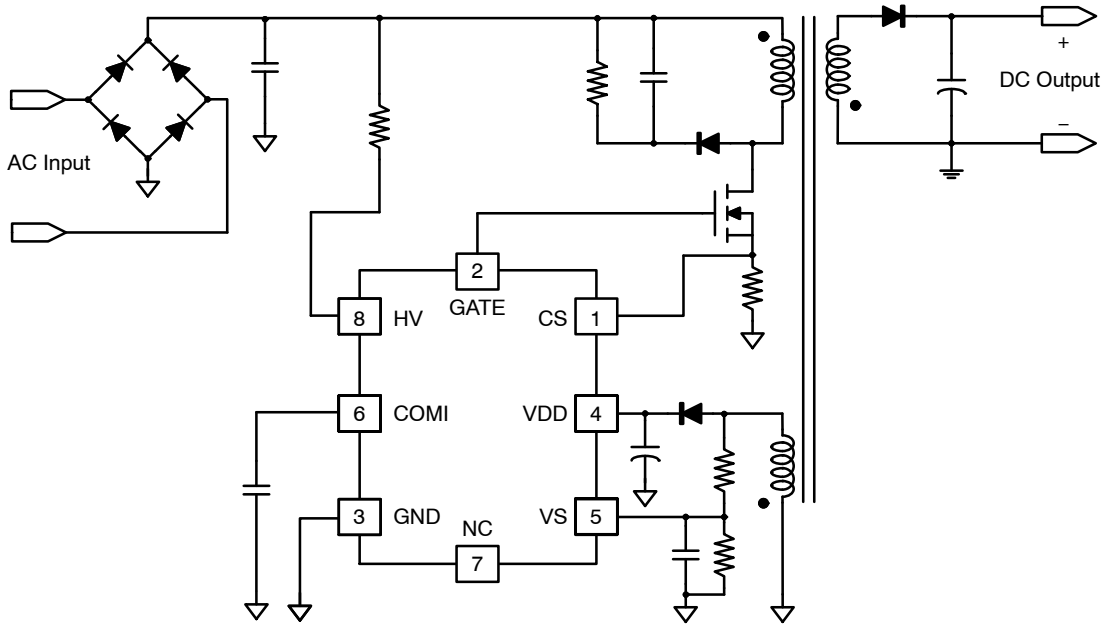


图 1. 典型应用

## 框图

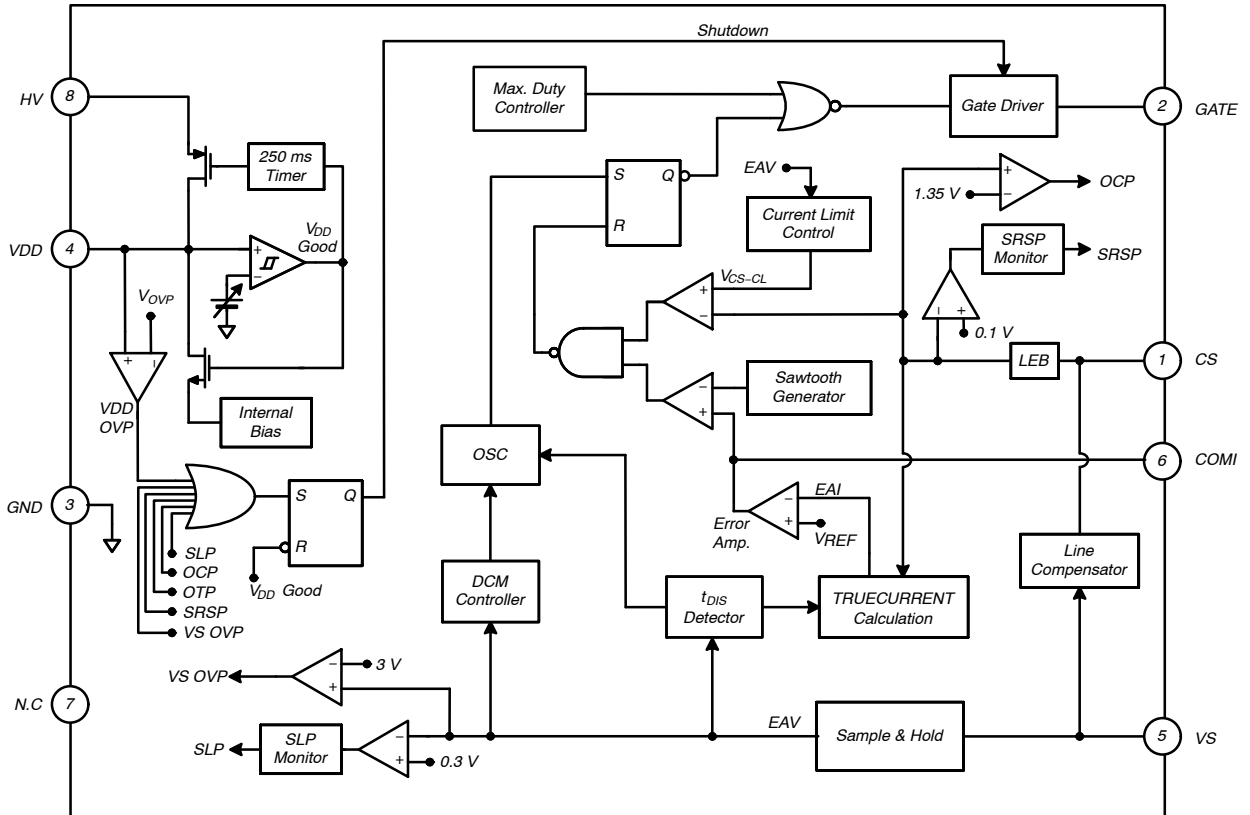


图 2. 功能框图

# FL7733A

## 引脚描述

| 引脚号 | 名称   | 描述  |
|-----|------|---|
| 1   | CS   | 电流感测。此引脚连接了一个电流检测电阻来检测 MOSFET 电流，从而实现恒流输出电流调节。        |
| 2   | 栅极   | PWM 信号输出。此引脚采用内部图腾柱输出驱动器，用于驱动功率 MOSFET。               |
| 3   | GND  | 接地  |
| 4   | VDD  | 电源。IC 工作电流和 MOSFET 驱动电流均通过此引脚提供。                      |
| 5   | VS   | 电压检测。该引脚检测输出电压和放电时间，为 CC 调节提供信息。此引脚通过电阻分压器与变压器辅助绕组相连。 |
| 6   | COMI | 恒流环路补偿。此引脚与 COMI 和 GND 之间的电容相连，补偿电流环路增益。              |
| 7   | NC   | 未连接   |
| 8   | HV   | 高压。该引脚通过电阻连接整流输入。                                     |

## 绝对最大额定值

| 符号                | 参数                         | 最小值  | 最大值  | 单位 |
|-------------------|----------------------------|------|------|----|
| HV                | HV 引脚电压                    | -    | 700  | V  |
| V <sub>VDD</sub>  | 直流电源电压 (注意 1, 2)           | -    | 30   | V  |
| V <sub>VS</sub>   | VS 引脚输入电压                  | -0.3 | 6.0  | V  |
| V <sub>CS</sub>   | CS 引脚输入电压                  | -0.3 | 6.0  | V  |
| V <sub>COMI</sub> | COMI 引脚输入电压                | -0.3 | 6.0  | V  |
| V <sub>GATE</sub> | GATE 引脚输入电压                | -0.3 | 30.0 | V  |
| P <sub>D</sub>    | 功耗 (T <sub>A</sub> < 50°C) | -    | 633  | mW |
| T <sub>J</sub>    | 最大结温                       | -    | 150  | °C |
| T <sub>STG</sub>  | 存储温度范围                     | -55  | 150  | °C |
| T <sub>L</sub>    | 引脚温度 (焊接) 10 秒             | -    | 260  | °C |

Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.

(参考译文)

如果电压超过最大额定值表中列出的值范围，器件可能会损坏。如果超过任何这些限值，将无法保证器件功能，可能会导致器件损坏，影响可靠性。

1. 若应力超过绝对最大额定值中所列的数值，可能会给器件造成不可修复的损坏。
2. 测得的所有电压，除差分电压之外，都以 GND 引脚为参考点。

## 热阻测试 (除非另有说明，T<sub>A</sub> = 25°C。)

| 符号              | 参数       | 数值  | 单位   |
|-----------------|----------|-----|------|
| θ <sub>JA</sub> | 节-环境之间热阻 | 158 | °C/W |
| θ <sub>JC</sub> | 结壳热阻     | 39  | °C/W |

3. 参考 JEDEC 建议环境，JESD51-2 和测试板，JESD51-3，1S1P 具有最小焊盘布局。

## 静电放电 (ESD) 能力

| 符号  | 参数                                | 数值 | 单位 |
|-----|-----------------------------------|----|----|
| ESD | 人体模型, ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2012 | 5  | kV |
|     | 元件充电模型, JESD22-C101               | 2  |    |

4. 符合 JEDEC 标准 JESD22-A114 和 JESD 22-C101。

# FL7733A

电气特性 (除非另有说明,  $V_{DD} = 15\text{ V}$ ,  $T_J = -40$  至  $+125^\circ\text{C}$ 。定义电流流入器件为正值, 流出器件为负。)

| 符号            | 参数              | 工作条件                                   | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位            |
|---------------|-----------------|--|------|------|------|---------------|
| $V_{DD-ON}$   | 导通阈值电压          |  | 14.5 | 16.0 | 17.5 | V             |
| $V_{DD-OFF}$  | 关断阈值电压          |  | 6.75 | 7.75 | 8.75 | V             |
| $I_{DD-OP}$   | 工作电流            | $C_L = 1\text{ nF}$ , $f = f_{MAX-CC}$ | 3    | 4    | 5    | mA            |
| $I_{DD-ST}$   | 启动电流            | $V_{DD} = V_{DD-ON} - 1.6\text{ V}$    | -    | 50   | 100  | $\mu\text{A}$ |
| $V_{VDD-OVP}$ | $V_{DD}$ 过压保护水平 |  | 23   | 24   | 25.5 | V             |

## 栅极部分

|              |              |   |     |     |     |    |
|--------------|--------------|---|-----|-----|-----|----|
| $V_{OL}$     | 输出低电平        | $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{DD} = 20\text{ V}$ , $I_{DD\_GATE} = 1\text{ mA}$                | -   | -   | 1.5 | V  |
| $V_{OH}$     | 输出高电平        | $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{DD} = 10\text{ V}$ , $I_{DD} = 1\text{ mA}$                      | 5   | -   | -   | V  |
| $I_{SOURCE}$ | 峰值源电流 (注意 5) | $V_{DD} = 10\sim 20\text{ V}$   | -   | -60 | -   | mA |
| $I_{SINK}$   | 峰值吸电流 (注意 5) | $V_{DD} = 10\sim 20\text{ V}$   | -   | 180 | -   | mA |
| $t_R$        | 上升时间         | $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{DD} = 15\text{ V}$ , $C_{LOAD} = 1\text{ nF}$                    | 100 | 150 | 200 | ns |
| $t_F$        | 下降时间         | $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{DD} = 15\text{ V}$ , $C_{LOAD} = 1\text{ nF}$                    | 20  | 60  | 100 | ns |
| $V_{CLAMP}$  | 输出箝位电压       | $V_{DD} = 20\text{ V}$ , $V_{CS} = 0\text{ V}$ , $V_{VS} = 0\text{ V}$ , $V_{COM} = 0\text{ V}$ | 12  | 15  | 18  | V  |

## HV启动部分

|               |                       |  |      |      |      |               |
|---------------|-----------------------|--|------|------|------|---------------|
| $I_{HV}$      | 源自 HV 引脚的电源电流         | $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{IN} = 90\text{ V}_{AC}$ , $V_{DD} = 0\text{ V}$ | -    | -    | 9    | mA            |
| $I_{HV-LC}$   | 启动后的漏电流               |  | -    | 1    | 10   | $\mu\text{A}$ |
| $t_{R-JFET}$  | 启动后的 JFET 调节时间 (注意 5) | $T_A = 25^\circ\text{C}$   | 190  | 250  | 310  | ms            |
| $V_{JFET-HL}$ | JFET 调节电压上限           |  | 17.5 | 19.0 | 20.5 | V             |
| $V_{JFET-LL}$ | JFET 调节电压下限           |  | 11.5 | 13.0 | 14.5 | V             |

## 电流-误差-放大器部分

|                      |                     |  |     |     |     |                 |
|----------------------|---------------------|--|-----|-----|-----|-----------------|
| $g_M$                | 跨导 (注意 5)           | $T_A = 25^\circ\text{C}$   | 11  | 17  | 23  | $\mu\text{mho}$ |
| $I_{COMI-SINK}$      | COMI 灌电流            | $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{EAI} = 2.55\text{ V}$ , $V_{COMI} = 5\text{ V}$ | 12  | 18  | 24  | $\mu\text{A}$   |
| $I_{COMI-SOURCE}$    | COMI 源电流            | $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{EAI} = 0.45\text{ V}$ , $V_{COMI} = 0\text{ V}$ | 12  | 18  | 24  | $\mu\text{A}$   |
| $V_{COMI-HGH}$       | COMI 高电平            | $V_{EAI} = 0\text{ V}$   | 4.7 | -   | -   | V               |
| $V_{COMI-LOW}$       | COMI 低电平            | $V_{EAI} = 5\text{ V}$   | -   | -   | 0.1 | V               |
| $V_{COMI\_INT.CLIP}$ | 初始 COMI 箝位电压 (注意 5) |  | -   | 1.2 | -   | V               |
| $t_{COMI\_INT.CLIP}$ | 初始 COMI 箝位时间 (注意 5) |  | -   | 15  | -   | ms              |

## 电压感测部分

|                      |                                 |                          |      |      |      |               |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------|------|------|------|---------------|
| $t_{DIS-BNK}$        | $t_{DIS} : V_S$ (注意 5) 消隐时间     |                          | 0.85 | 1.15 | 1.45 | $\mu\text{s}$ |
| $I_{VS-BNK}$         | $V_S : V_S$ 消隐电流                |                          | -75  | -90  | -105 | $\mu\text{A}$ |
| $V_{VS-OVP}$         | $V_S : V_S$ 输出过压保护电平            |                          | 2.95 | 3.00 | 3.15 | V             |
| $V_{VS-LOW-CL-EN}$   | $V_S : V_S$ 使能低电平限流的阈值电压 (注意 5) |                          | 0.25 | 0.30 | 0.35 | V             |
| $V_{VS-HIGH-CL-DIS}$ | $V_S : V_S$ 禁用低电平限流的阈值电压 (注意 5) |                          | 0.54 | 0.60 | 0.66 | V             |
| $V_{VS-SLP-TH}$      | $V_S : V_S$ 输出短路 LED 保护阈值电压     |                          | 0.25 | 0.30 | 0.35 | V             |
| $t_{SLP-BNK}$        | $V_S : V_S$ 启动后检测禁用时间 (注意 5)    | $T_A = 25^\circ\text{C}$ | -    | 15   | -    | ms            |

# FL7733A

电气特性 (除非另有说明,  $V_{DD} = 15\text{ V}$ ,  $T_J = -40$  至  $+125^\circ\text{C}$ 。定义电流流入器件为正值, 流出器件为负。) (continued)

| 符号                | 参数                          | 工作条件                     | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位  |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-----|
| 电流检测部分            |                             |                          |       |       |       |     |
| $V_{RV}$          | 参考电压                        | $T_A = 25^\circ\text{C}$ | 1.485 | 1.500 | 1.515 | V   |
| $t_{LEB}$         | 前沿消隐时间 (注意 5)               |                          | -     | 300   | -     | ns  |
| $t_{MIN}$         | CC 最低导通时间 (注意 5)            | $V_{COMI} = 0\text{ V}$  | -     | 500   | -     | ns  |
| $t_{PD}$          | 到栅极输出端的传播延迟                 |                          | 50    | 100   | 150   | ns  |
| $V_{CS-HIGH-CL}$  | 限流阈值上限                      |                          | 0.9   | 1.0   | 1.1   | V   |
| $V_{CS-LOW-CL}$   | 限流阈值下限                      |                          | 0.16  | 0.20  | 0.24  | V   |
| $t_{LOW-CM}$      | 启动时的低电流模式工作时间 (注意 5)        |                          | -     | 20    | -     | ms  |
| $V_{CS-SRSP}$     | 检测电阻短路保护的 $V_{CS}$ 阈值电压     |                          | -     | -     | 0.1   | V   |
| $V_{CS-OCP}$      | 过流保护的 $V_{CS}$ 阈值电压         | $T_A = 25^\circ\text{C}$ | 1.20  | 1.35  | 1.50  | V   |
| $V_{CS} / I_{VS}$ | 线路补偿电压和 $V_S$ 电流 (注意 5) 的关系 |                          | -     | 21.5  | -     | V/A |

## 振荡器部分

|              |        |  |      |      |      |               |
|--------------|--------|--|------|------|------|---------------|
| $f_{MAX-CC}$ | 恒流最大频率 | $T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = 3.0\text{ V}$ | 65   | 70   | 75   | kHz           |
| $f_{MIN-CC}$ | 恒流最小频率 | $T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = 0.3\text{ V}$ | 24.0 | 29.5 | 33.0 | kHz           |
| $t_{ON-MAX}$ | 最大导通时间 | $T_A = 25^\circ\text{C}, f = f_{MAX-CC}$     | 11.0 | 13.5 | 16.0 | $\mu\text{s}$ |

## 过温保护部分

|               |                 |  |   |     |   |                  |
|---------------|-----------------|--|---|-----|---|------------------|
| $T_{OTP}$     | OTP 阈值温度 (注意 5) |  | - | 150 | - | $^\circ\text{C}$ |
| $T_{OTP-HYS}$ | 重启结温滞回 (注意 5)   |  | - | 10  | - | $^\circ\text{C}$ |

Product parametric performance is indicated in the Electrical Characteristics for the listed test conditions, unless otherwise noted. Product performance may not be indicated by the Electrical Characteristics if operated under different conditions.

(参考译文)

除非另有说明, “电气特性”表格中列出的是所列测试条件下的产品性能参数。如果在不同条件下运行, 产品性能可能与“电气特性”表格中所列性能参数不一致。

5. 这些参数尽管通过设计得到保证, 但未经过生产测试。

# FL7733A

## 典型性能特征

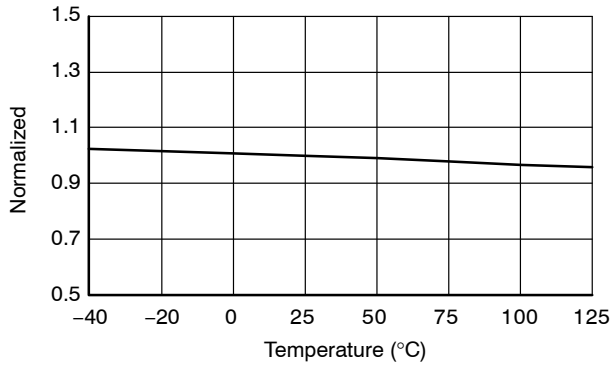


图 3.  $V_{DD-ON}$  与温度的关系

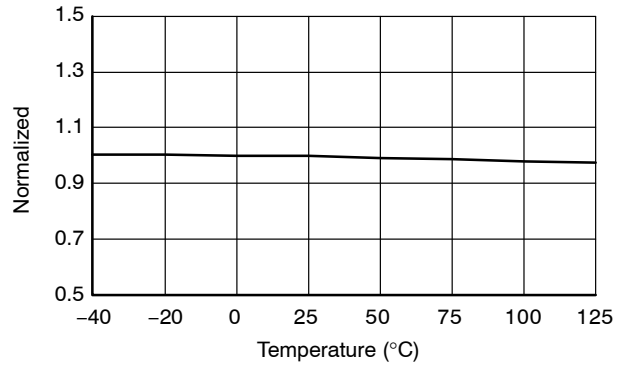


图 4.  $V_{DD-OFF}$  与温度的关系

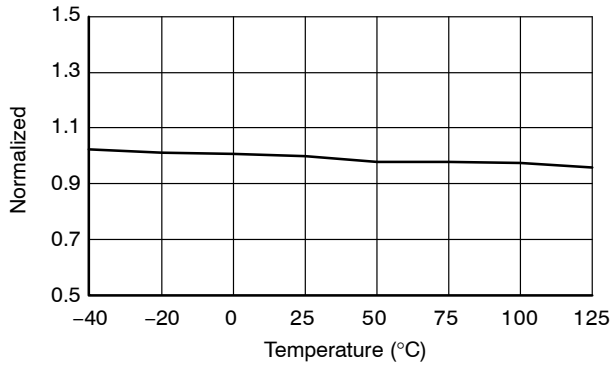


图 5.  $I_{DD-OP}$  与温度的关系

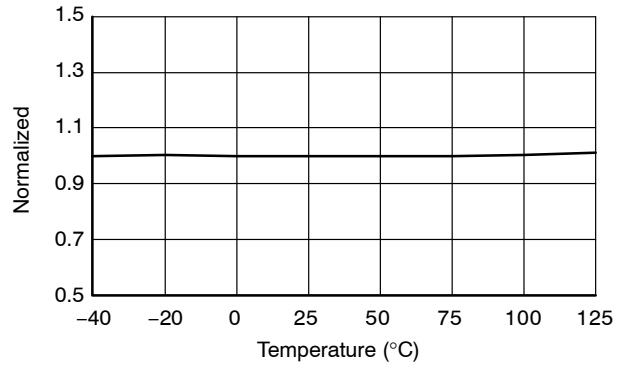


图 6.  $V_{DD-OVP}$  与温度的关系

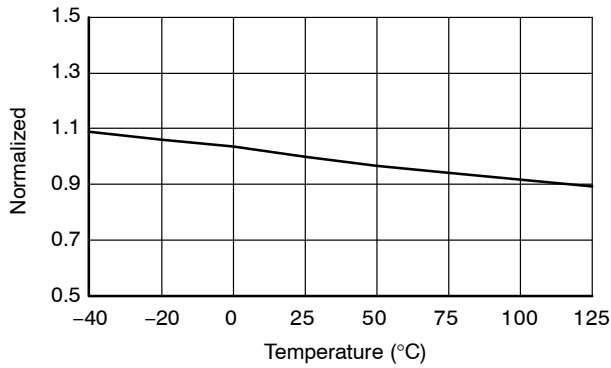


图 7.  $f_{MAX-CC}$  与温度的关系

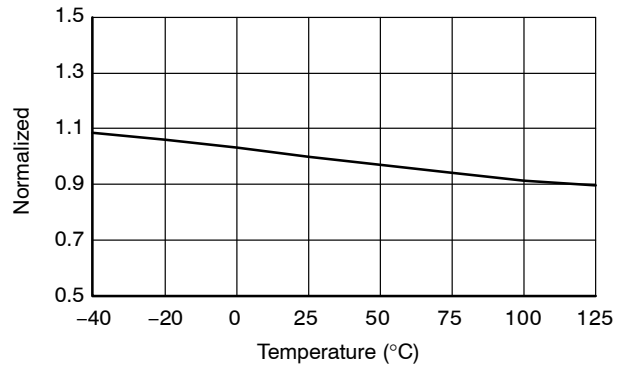


图 8.  $f_{MIN-CC}$  与温度的关系

# FL7733A

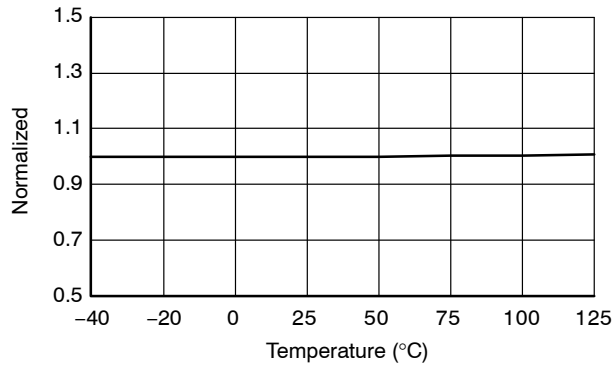


图 9.  $V_{VR}$  与温度的关系

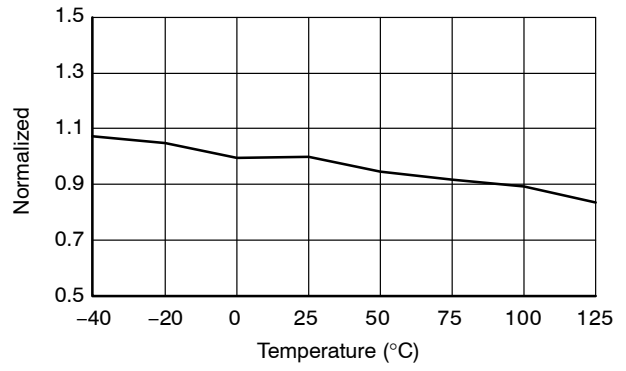


图 10.  $G_m$  与温度的关系

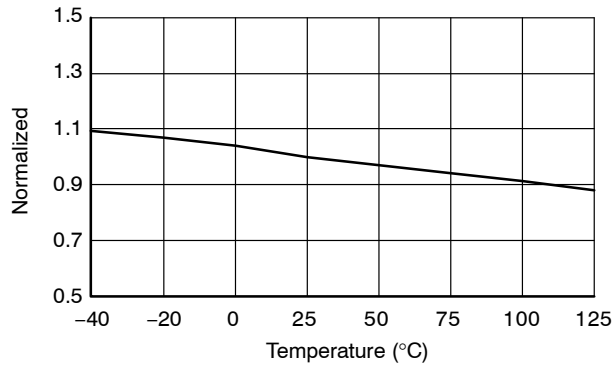


图 11.  $I_{COMI-SOURCE}$  与温度的关系

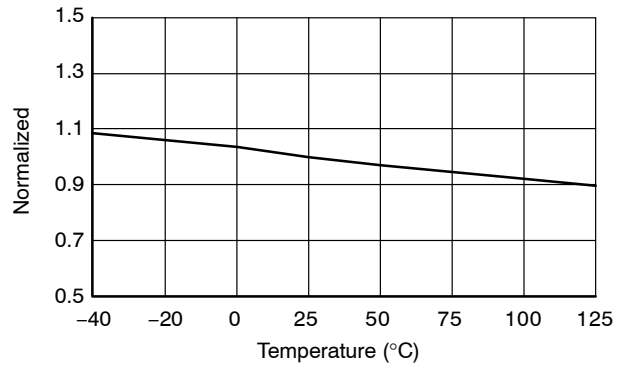


图 12.  $I_{COMI-SINK}$  与温度的关系

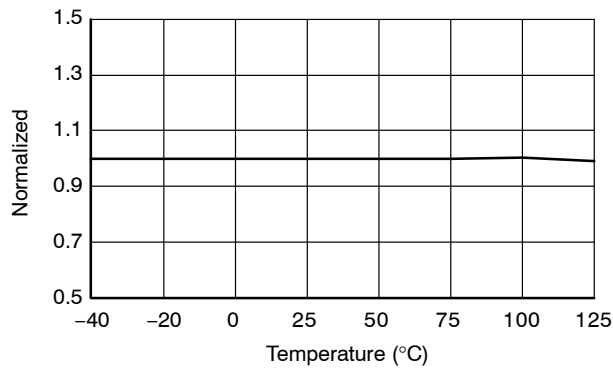


图 13.  $V_{VS-OVP}$  与温度的关系

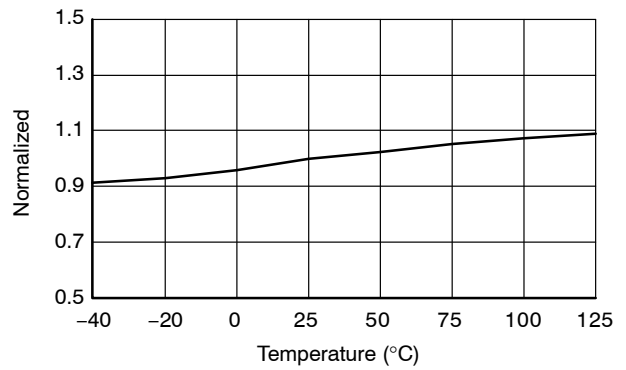


图 14.  $V_{CS-OCP}$  与温度的关系





其中， $n_{PS}$  是初级与次级的匝数比，而  $R_S$  是 MOSFET 源端与接地之间的检测电阻。

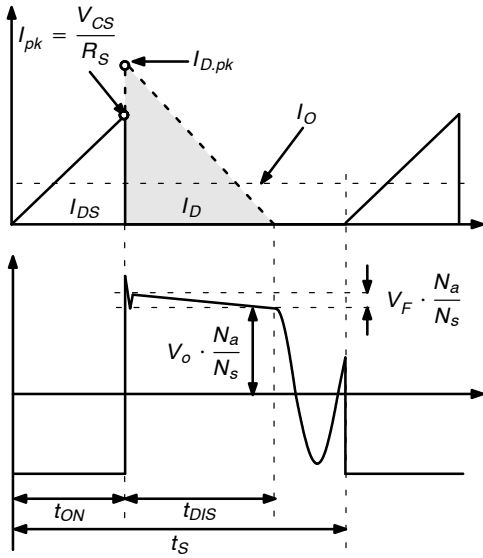


图 18. 初级端调节主要波形

计算所得输出电流与内部精确基准电压进行比较，生成误差电压 ( $V_{COMI}$ )，可确定 MOSFET 在电压模式控制下的导通时间。凭借 **onsemi** 创新型 TRUECURRENT 技术，恒流输出可得到精确控制。尽管输出电流是通过准确方法计算的，但是由于高 Qg 造成的 MOSFET 的关断传播延迟，高输入电压下的输出电流仍然可能大于低输入电压下的输出电流。要保持整个输入电压范围内的严格 CC 调节，可在 CS 引脚和 MOSFET 的源极之间接入  $100 \sim 500 \Omega$  的线路补偿电阻。跨补偿电阻的电压取决于用于 MOSFET 导通的 CS 引脚中流出的电流，且该电压与输入电压成正比。

**DCM 控制**

如上所述，在反激式拓扑中，为了获得较高的功率因数，DCM 必须得到保证。为了在宽输出电压范围内保持 DCM，在线性频率控制下，开关频率需根据整个  $V_S$  范围内的输出电压进行线性调节。输出电压由辅助绕组和连接 VS 引脚的分压电阻检测，如图 19 所示。当输出电压降低时，次级二极管导通时间增加，并且 DCM 控制延长开关周期，以便在宽输出电压范围内保持 DCM，如图 20 所示。在满载条件下，频率控制还会降低初级 RMS 电流，从而获得更佳功效。

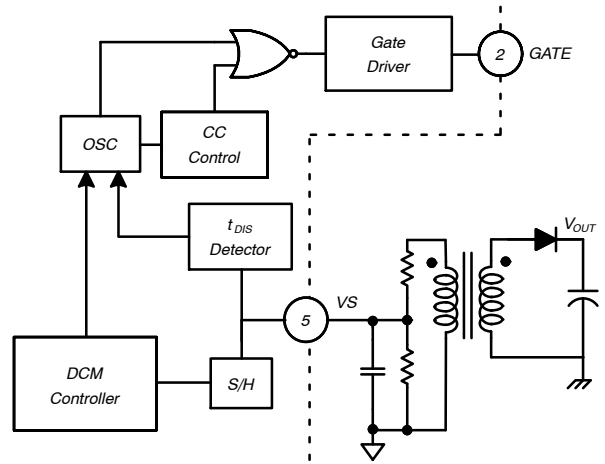


图 19. DCM 和 BCM 控制

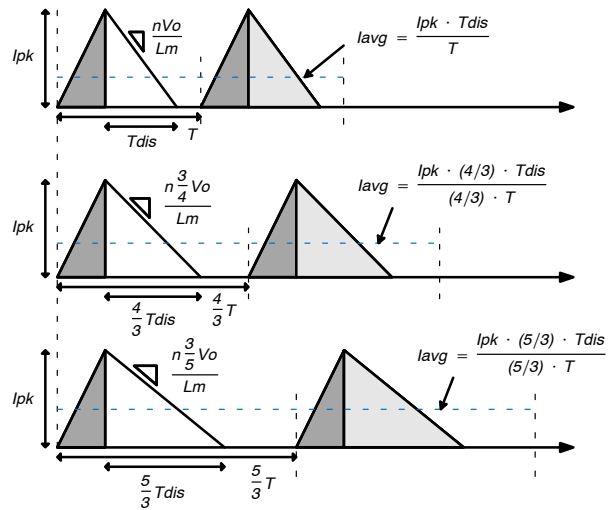


图 20. 初级电流和次级电流

**BCM 控制**

次级二极管导通时间可能在 DCM 控制所设定的开关周期结束以后才结束。在此情况下，下一个开关周期在次级二极管导通时间结束时开始，因为 FL7733A 不允许 CCM。因此，工作模式将从 DCM 切换至临界导通模式 (BCM)。

**模拟调光功能**

模拟调光功能可通过控制用于确定主电源 MOSFET 的导通时间的 COMI 电压执行。图 21 所示示例为使用光电耦合器的 FL7733A 的模拟调光电路，因此 LED 电流可通过来自隔离变压器的次级端的调光信号 A-Dim 控制。

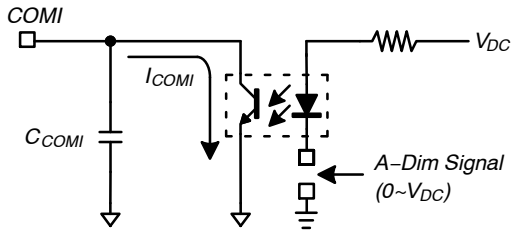


图 21. 模拟调光信号

**短路 LED 保护 (SLP)**

在短路 LED 条件下，次级二极管受高电流应力影响。当  $V_S$  电压由于短路 LED 条件而低于 0.3 V 时，逐周期限流电平从 1.0 V 变为 0.2 V，同时触发 SLP。如果  $V_S$  电压低于 0.3 V 并持续四个连续开关周期。图 22 和图 23 显示 LED 短路条件下的 SLP 模块和工作波形。考虑到系统安全性，如需在保护条件下设置足够的自动重启时间，那么可将  $V_{DD}$  保持在 13 V 至 19 V 之间（也就是 UVLO 以上）并在  $V_{DD-ON}$  之后持续 250 ms。SLP 在初始 15 ms 内禁用，以确保在通常 LED 条件下顺利启动。

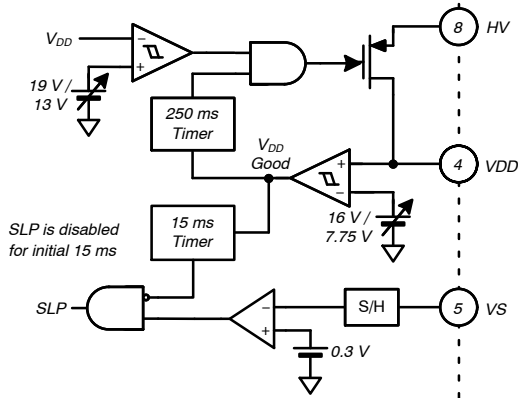


图 22. 内部 SLP 模块

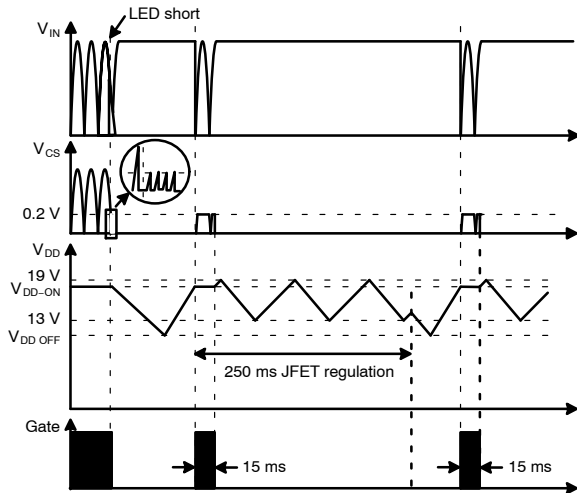


图 23. 短路 LED 条件下的波形

**开路 LED 保护**

FL7733A 可在开路 LED 条件下保护外部元器件，如输出二极管和输出电容。开关关断期间，施加反映输出电压，作为辅助绕组电压。由于  $V_{DD}$  和  $V_S$  电压在辅助绕组上具有输出电压信息， $V_{DD}$  和  $V_S$  引脚上的内部电压比较器可触发输出过压保护 (OVP)，如图 24 和图 25 所示。

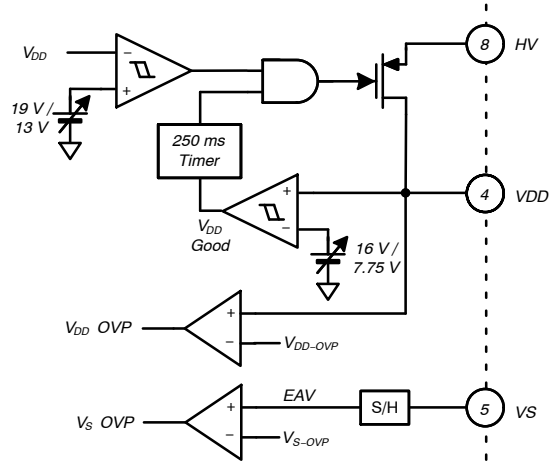


图 24. 内部过压保护模块

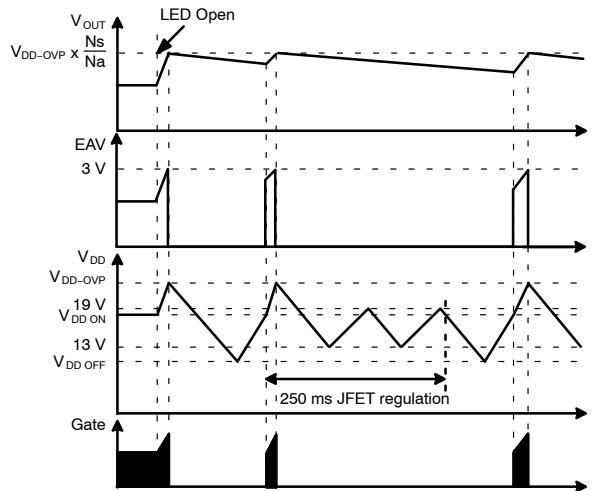


图 25. LED 开路条件下的波形

**检测电阻短路保护 (SRSP)**

在检测电阻短路条件下， $V_{CS}$  电平几乎为零，逐脉冲限流或 OCP 无效。FL7733A 专门用于提供检测电阻短路保护，可同时用于电流和电压模式操作。如果在第一个开关周期中， $V_{CS}$  电平低于 0.1 V，则电流模式 SRSP 停止栅极输出。20 ms 启动时间之后，电压模式 SRSP 关断栅极（如果  $V_{CS}$  电平在超过峰值  $V_{IN}$  60% 的情况下不足 0.1 V 的话）。

## FL7733A

### 欠压锁定 (UVLO)

$V_{DD}$  导通和关断阈值分别内部固定为 16 V 和 7.75 V。启动时， $V_{DD}$  电容必须利用高压 JFET 充电至 16 V，才能开启 FL7733A。 $V_{DD}$  电容持续为  $V_{DD}$  供电，直到主变压器的辅助绕组提供辅助电源。在启动过程中，应保持  $V_{DD}$  高于 7.75 V。因此， $V_{DD}$  电容必须适中，才能将  $V_{DD}$  保持在 UVLO 阈值之上，直到辅助绕组电压超过 7.75 V。

### 过流保护 (OCP)

当输出二极管或次级绕组短路时，具有极高  $di/dt$  的开关电流可流经 MOSFET，哪怕导通时间极短。

FL7733A 专门用于保护系统，使其免受该过量电流的损害。当检测电阻上的 CS 电压高于 1.35 V，OCP 比较器输出会停止栅极的开关动作。

在检测电阻开路条件下，检测电阻电压无法检测，输出电流调节不正确。若检测电阻开路受损，则 CS 引脚上的寄生电容由内部 CS 电流源进行充电。因此， $V_{CS}$  电平上升至 OCP 阈值电压，然后立即停止开关动作。

### 过温保护 (OTP)

如果结温超过 150°C，温度感测电路将关断 PWM 输出。OTP 触发后的滞回温度为 10°C。



# MECHANICAL CASE OUTLINE

## PACKAGE DIMENSIONS

ON Semiconductor®

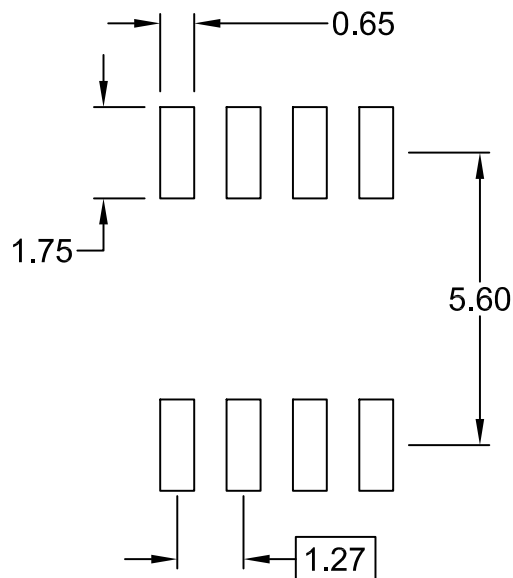


**SOIC8**  
CASE 751EB  
ISSUE A

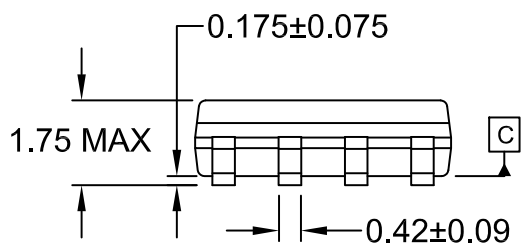
DATE 24 AUG 2017



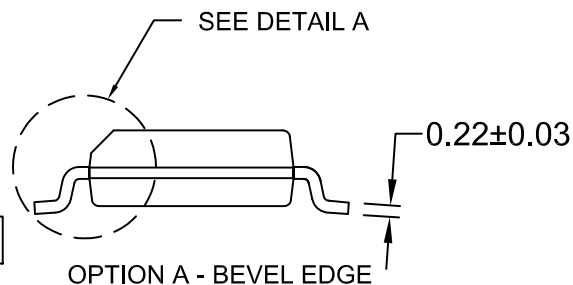
$\varnothing$  0.25 (M) C B A



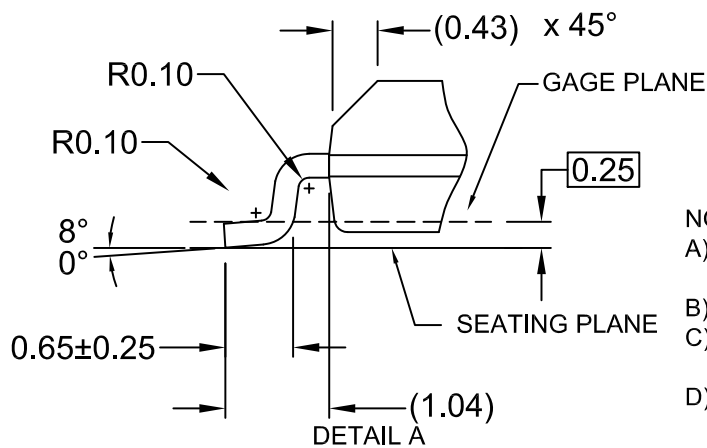
LAND PATTERN RECOMMENDATION



$\frac{1}{2}$  0.10



OPTION B - NO BEVEL EDGE



DETAIL A  
SCALE: 2:1

**NOTES:**

- A) THIS PACKAGE CONFORMS TO JEDEC MS-012, VARIATION AA.
- B) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C) DIMENSIONS DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR BURRS.
- D) LANDPATTERN STANDARD: SOIC127P600X175-8M

|                         |                    |  |
|-------------------------|--------------------|--|
| <b>DOCUMENT NUMBER:</b> | <b>98AON13735G</b> | Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped "CONTROLLED COPY" in red. |
| <b>DESCRIPTION:</b>     | <b>SOIC8</b>       | <b>PAGE 1 OF 1</b>   |

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 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. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

**onsemi**, **Onsemi**, and other names, marks, and brands are registered and/or common law trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba "**onsemi**" or its affiliates and/or subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of **onsemi**'s product/patent coverage may be accessed at [www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf](http://www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf). **onsemi** reserves the right to make changes at any time to any products or information herein, without notice. The information herein is provided "as-is" and **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the accuracy of the information, product features, availability, functionality, or suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** 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 **onsemi** products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by **onsemi**. "Typical" parameters which may be provided in **onsemi** 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. **onsemi** does not convey any license under any of its intellectual property rights nor the rights of others. **onsemi** 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 **onsemi** products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold **onsemi** 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 **onsemi** was negligent regarding the design or manufacture of the part. **onsemi** is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

## ADDITIONAL INFORMATION

### TECHNICAL PUBLICATIONS:

Technical Library: [www.onsemi.com/design/resources/technical-documentation](http://www.onsemi.com/design/resources/technical-documentation)  
onsemi Website: [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)

### ONLINE SUPPORT: [www.onsemi.com/support](http://www.onsemi.com/support)

For additional information, please contact your local Sales Representative at [www.onsemi.com/support/sales](http://www.onsemi.com/support/sales)