

内置高压MOSFET的一次侧控制开关电源

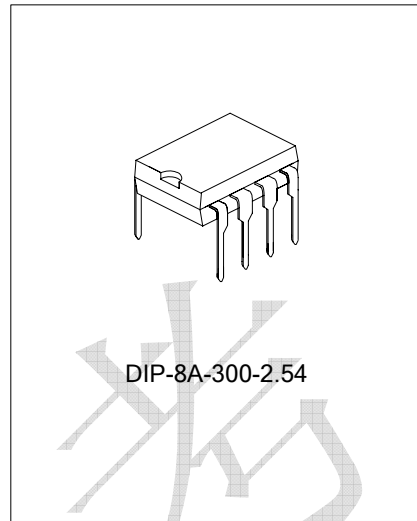
描述

SD4851是内置高压MOSFET的一次侧控制、带线损补偿和峰值电流补偿功能的高端无光耦开关电源控制器。它采用PFM调制技术，提供精确的恒压/恒流（CV/CC）控制环路，具有非常高的稳定性和平均效率。

采用SD4851设计系统，可以省去光耦、次级反馈控制、环路补偿，精简电路，降低成本。

主要特点

- * 低启动电流
- * 一次侧控制模式
- * 前沿消隐
- * PFM调制
- * 过压保护
- * 欠压锁定
- * 过温保护
- * 内置高压MOSFET
- * 逐周期限流
- * 环路开路保护
- * 线损补偿
- * 峰值电流补偿



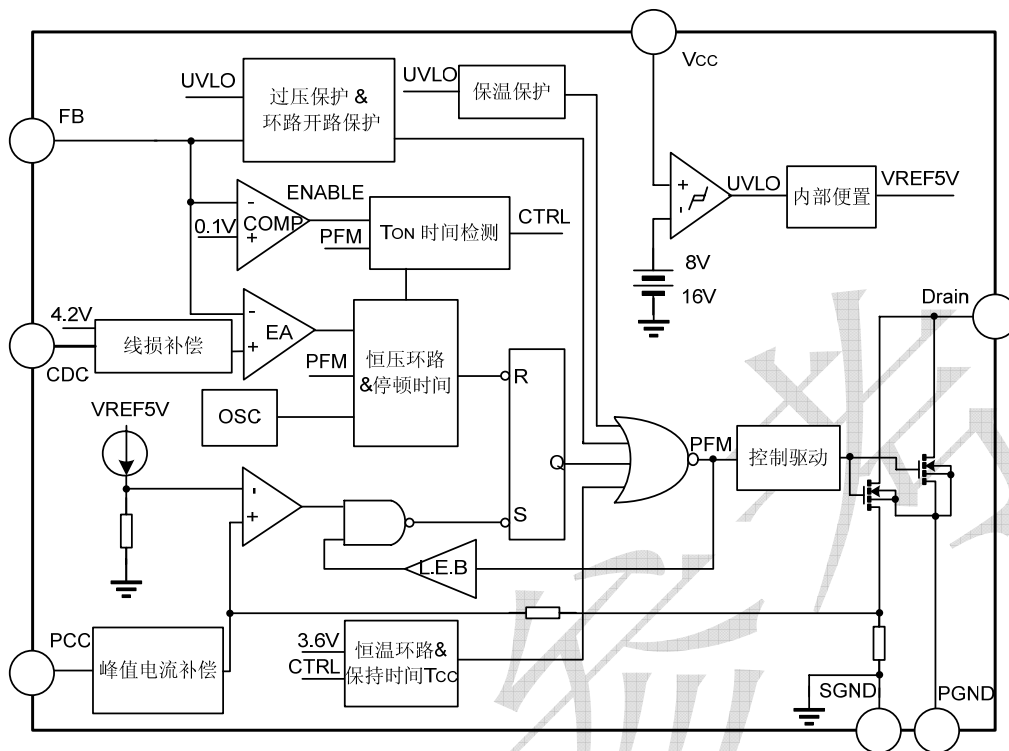
应用

- * 手机充电器
- * 小功率适配器
- * MP3及其它便携式设备
- * 待机电源

产品规格分类

| 产品名称 | 封装类型 | 打印名称 |
|--------|-----------------|--------|
| SD4851 | DIP-8A-300-2.54 | SD4851 |

内部框图



极限参数

| 参 数 | 符 号 | 参 数 范 围 | 单 位 |
|--------|--------|-----------|-----|
| 供电电压 | VCC | -0.3~25 | V |
| 内部电源电压 | VREF5V | -0.3~5.5 | V |
| FB输入电压 | VFB | -20~22 | V |
| 其他输入电压 | VIN | -0.3~ 5.3 | V |
| 输入电流 | IIN | -10~10 | mA |
| 工作结温 | TJ | +160 | °C |
| 工作温度 | Tamb | -25~ +85 | °C |
| 贮存温度 | TSTG | -55~+150 | °C |

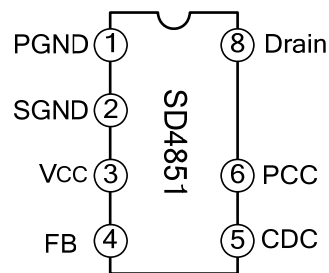
电气参数(感应 MOSFET 部分, 除非特殊说明, Tamb=25°C)

| 参 数 | 符 号 | 测 试 条 件 | 最 小 值 | 典 型 值 | 最 大 值 | 单 位 |
|----------|---------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-----|
| 漏源击穿电压 | BVDSS | VGS=0V, ID=50μA | 650 | -- | -- | V |
| 零栅压漏端电流 | IDSS | VDS=Max., VGS=0V | -- | -- | 50 | μA |
| | | VDS=0.8Max., VGS=0V Tamb=125°C | -- | -- | 200 | μA |
| 静态漏源导通电阻 | RDS(ON) | VGS=10V, ID=0.5A | -- | 10 | 12 | Ω |

| 参数 | 符号 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------|---------|----------------------------|-----|-----|-----|----|
| 正向跨导 | Gfs | VDS=50V, ID=0.5A | 1.5 | -- | -- | S |
| 输入电容 | Ciss | VGS=0V, VDS=25V, f=1MHz | -- | 210 | -- | pF |
| 输出电容 | Coss | | -- | 18 | -- | |
| 反向传输电容 | Crss | | -- | 8 | -- | |
| 导通延迟时间 | td(ON) | Vds=0.5BVDSS, ID=25mA | -- | 10 | -- | nS |
| 上升时间 | tr | | -- | 3 | -- | |
| 关断延迟时间 | td(OFF) | | -- | 27 | -- | |
| 下降时间 | tf | | -- | 8 | -- | |

电气参数(除非特殊说明, VCC=16V, Tamb=25°C)

| 参数 | 符号 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------|---------|-------------------|------|------|------|----|
| 供电电源部分 | | | | | | |
| 启动电流 | Istart | VCC=14V | -- | 6 | 20 | μA |
| 供电电流 (控制部分) | Iop | | | 400 | 600 | μA |
| 欠压部分 | | | | | | |
| 启动阈值电压 | Vstart | | 14 | 16 | 18 | V |
| 关断阈值电压 | Vstop | | 7 | 8 | 9 | V |
| 反馈部分 | | | | | | |
| ENABLE 开启电压 | VFREIG | | 50 | 100 | 140 | mV |
| 过压保护电压 | VOVP | | 7.8 | 8.8 | 9.8 | V |
| 环路开路保护电压 | VAUSB | | -1.2 | -1 | -0.8 | V |
| S&H 基准 | VS&HREF | | 3.9 | 4.2 | 4.6 | V |
| S&H 范围 | VS&Hub | | | ±0.1 | | V |
| 动态特性部分 | | | | | | |
| 前沿消隐时间 | TLEB | | 0.4 | 0.7 | 1.1 | μs |
| 恒压环路控制关断时间 | TCVmin | | 1.0 | | 2.8 | μs |
| | TCVmax | FB > VS&HREF+0.2V | 3.5 | 4.2 | 7.3 | ms |
| 过压保护恢复时间 | TOVP | | 11 | 19 | 30 | ms |
| 限流部分 | | | | | | |
| 峰值电流检测阈值 | ISENSE | IPCC=0 | 170 | 185 | 200 | mA |
| 峰值电流补偿 | ΔISENSE | IPCC=-1uA | 1.94 | 2.16 | 2.38 | mA |
| 线损补偿部分 | | | | | | |
| 线损补偿电压 | VCDC | RCDC=100K, DS=50% | 310 | 344 | 378 | mV |
| 过温保护部分 | | | | | | |
| 过热检测 | Tsd | | 125 | 140 | -- | °C |
| 过热迟滞 | Tsdhys | | 20 | 35 | 50 | °C |

管脚排列图

管脚说明

| 管脚号 | 管脚名称 | I/O | 功能描述 |
|-----|-------|-----|------------|
| 1 | PGND | - | MOSFET 地 |
| 2 | SGND | - | 控制电路地 |
| 3 | VCC | - | 供电电源 |
| 4 | FB | I | 反馈输入脚 |
| 5 | CDC | I | 外接线损补偿电阻 |
| 6 | PCC | I | 外接峰值电流补偿电阻 |
| 7 | -- | -- | 没有该管脚 |
| 8 | Drain | O | 漏端 |

功能描述

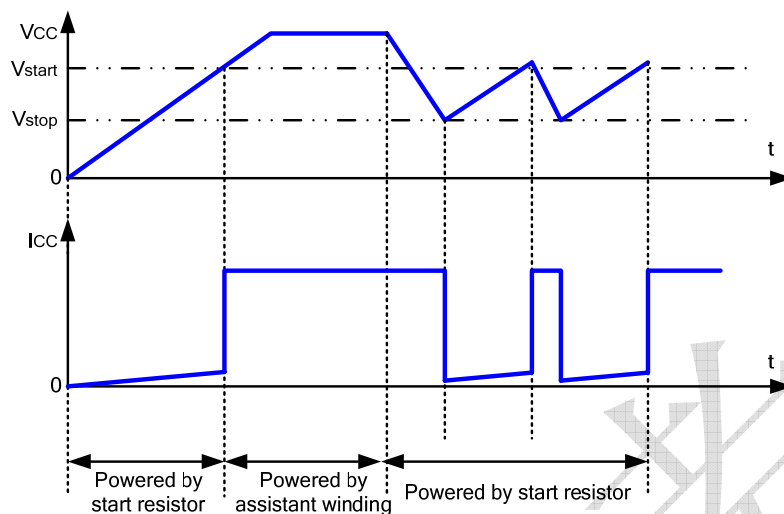
SD4851是离线式开关电源集成电路，内置高压MOSFET、带有线损补偿和峰值电流补偿的高端无光耦开关电源控制器。通过检测变压器初级线圈的电流和辅助线圈的电压，间接控制系统的输出电压/电流，从而达到输出恒压或者恒流的目的。SD4851采用PFM调制技术，提供精确的恒压恒流（CV/CC）控制环路，具有较高的稳定性和平均效率。

完整的工作周期分为峰值电流检测和反馈电压检测：

当MOSFET导通，通过采样电阻检测初级线圈的电流，此时FB端电压为负，输出电容对负载供电，输出电压 V_O 下降；当初级线圈的电流到达峰值时，MOSFET关断，FB端电压检测开始。存储在次级线圈的能量对输出电容充电，输出电压 V_O 上升，并对负载供电。经过与反馈电压相关的 T_{CV} 时间的停顿（恒压环路）和 T_{CC} 时间的保持（恒流环路），当同时满足恒压、恒流环路控制的开启条件后，MOSFET才开启。随之，芯片再次进入峰值电流检测。

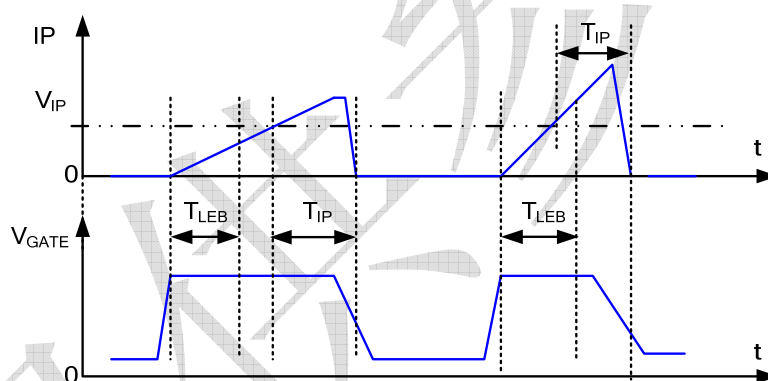
1. 启动电路和欠压锁定

开始时，电路由高压直流母线通过启动电阻对VCC脚的电容充电。当VCC充到16V，电路开始工作。电路正常工作以后，如果电路发生保护，输出关断，由于电路此时供电由辅助绕组提供，VCC开始降低，当VCC低于8V，控制电路整体关断，电路消耗的电流变小，又开始对VCC脚的电容充电，启动电路重新工作。



2. 驱动电路

驱动电路直接由 VCC 供电。当 VGATE=1, MOSFET 导通；当 VGATE=0, MOSFET 关断。为了消除 MOSFET 导通瞬间的可能引起误触发的毛刺，设置前沿消隐时间 $T_{LEB}=0.7\mu s$ 。



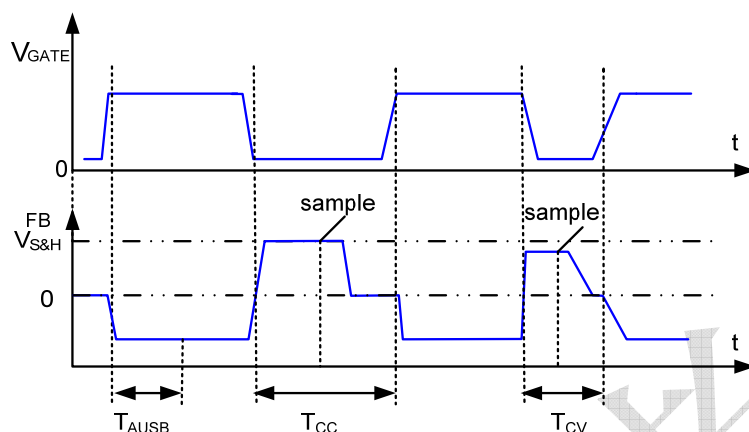
3. 峰值电流检测

内置 MOSFET 和采样电阻。当 MOSFET 导通，此时 FB 端电压为负，通过采样电阻检测初级线圈电流，该电流呈线性增大，当超过电流限制值即峰值电流，VGATE=0, MOSFET 关断。

4. 反馈电压检测

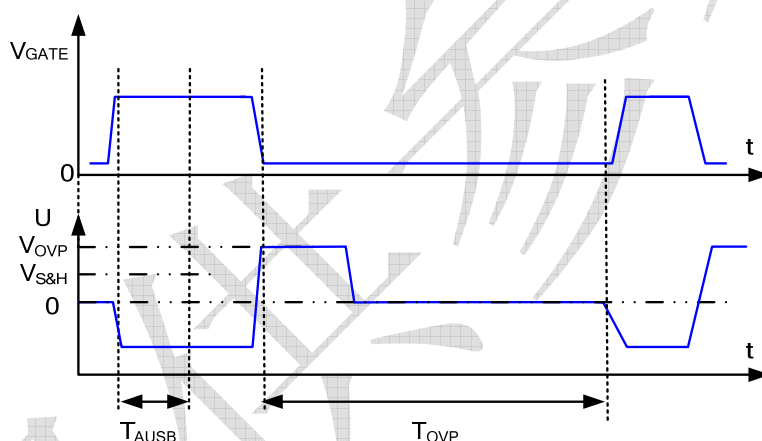
当 MOSFET 关断，此时 FB 端电压为正，在 FB 电压为正的 2/3 时间点进行采样，采样得到的电压经过放大、保持、比较用来控制恒压环路的停顿时间 T_{cv} 。

电路同时对 FB 电压为正、为负或衰减振荡的时间进行计算，FB 为正的时间为 T_{OFF1} 表示变压器的次级有电流流过，FB 为负的时间为 T_{ON} 、FB 衰减振荡的时间为 T_{OFF2} ，在这两个时间内变压器的次级没有电流流过。在峰值电流恒定的条件下，为达到输出恒流的目的，需要保持 $T_{OFF1}=T_{OFF2}+T_{ON}$ 。恒流环路就是利用所检测的 FB 的高、低电平时间，来确定恒流环路的停顿时间 T_{CC} ，从而达到控制保持输出电流恒定。



5. 过压保护

当 FB 脚的电压超过过压保护的阈值电压时，输出关断。该状态保持 19ms 后电路重新启动。



6. 过温保护

当电路处于过温保护状态，输出驱动电路被关断，以防止电路由于过热而导致的损坏。过温保护有迟滞特性。在过温保护以后，要恢复电路正常工作，需要电路的温度降到比过温保护温度约低 35°C 的温度。这样，可以防止过温保护与正常工作状态的反复来回变化。

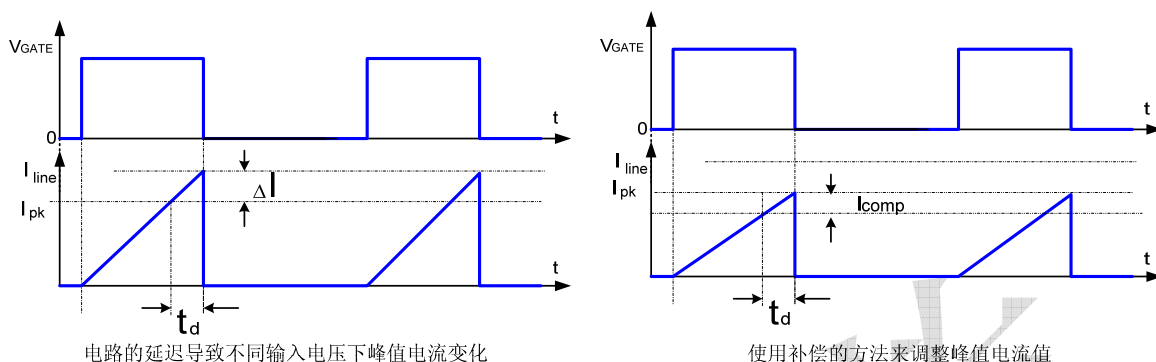
7. 电路环路开路保护

当 $V_{GATE}=1$ ，功率 MOSFET 导通时，如果此时 FB 的电压高于 -1V ，则为环路开路状态，进入环路开路保护，输出驱动被关断，该状态持续 19ms 后电路重启。

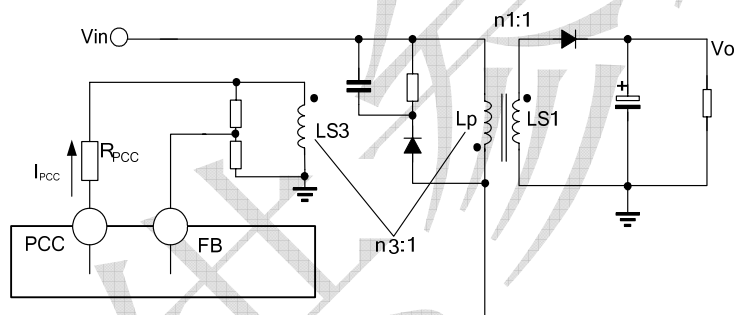
8. 峰值电流的 AC 输入电压补偿

由于存在功率开关的关断延迟，以及不同的 AC 输入电压会产生不同的输入电流上升斜率，实际上的峰值电流会随着输入电压的不同而不同。输入电压越高，电流的上升斜率越高，AC 输入电流的过冲也就越高。为了克服这个缺点，SD4851 使用 PCC 管脚来感应 AC 输入电压，补偿由于

AC 输入电压导致的峰值电流的偏差。



在功率管导通时，变压器辅助绕组的负电压大小体现了输入 AC 输入电压的高低，SD4851 使用这个电压来补偿 AC 输入电压所导致的峰值电流变化。对于较大的输入 AC 电压，需要补偿的量也大。通过调整 SD4851 PCC 脚到辅助绕组的电阻 R 可以调整峰值电流的限流值。电阻越大，补偿越小。



对峰值电流的补偿的数值如下：

$$\Delta I_{sense} = 2160 \times I_{PCC} = 2160 \times \frac{V_{in}}{n_3 \cdot R_{PCC}}$$

其中： ΔI_{sense} 是峰值电流变小值。 n_3 是变压器的初级绕组 L_p 与辅助绕组 L_{s3} 的比值。 R_{PCC} 是 PCC 脚外接电阻， V_{in} 是输入电压值。

9. 线损补偿

在本设计中，采样的电压并不是输出电压，而是辅助绕组的电压值。由于变压器的漏感、电缆线上的电压降落、次级整流二极管的压降，这两个电压值存在较大的差别。先不考虑由于变压器漏感导致的电压偏差。

假设二极管的电压降落为 V_d ，电缆线上的电压降落为 V_{cab} ，输出电压是 V_o ，采样用的辅助绕组与次级绕组的匝数比为 N_f ，则，所采样的电压数值为：

$$V_s = N_f (V_o + V_d + V_{cab})$$

对于峰值电路模式控制电路来说，当峰值电流值基本不变，输出电压值也基本不变时，在相同的采样时间点的次级电流值也相同，由二极管引起的电压降落基本不变。所以，在不同电流条件下，主要需要考虑的是由于电缆上的压降不同而导致的输出电压的偏差。

该电压表示如下：

$$V_{cab} = I_{out} R_{cab} = \frac{I_{SP}}{2} D_S R_{cab} = \frac{I_P}{2 \cdot n} D_S R_{cab}$$

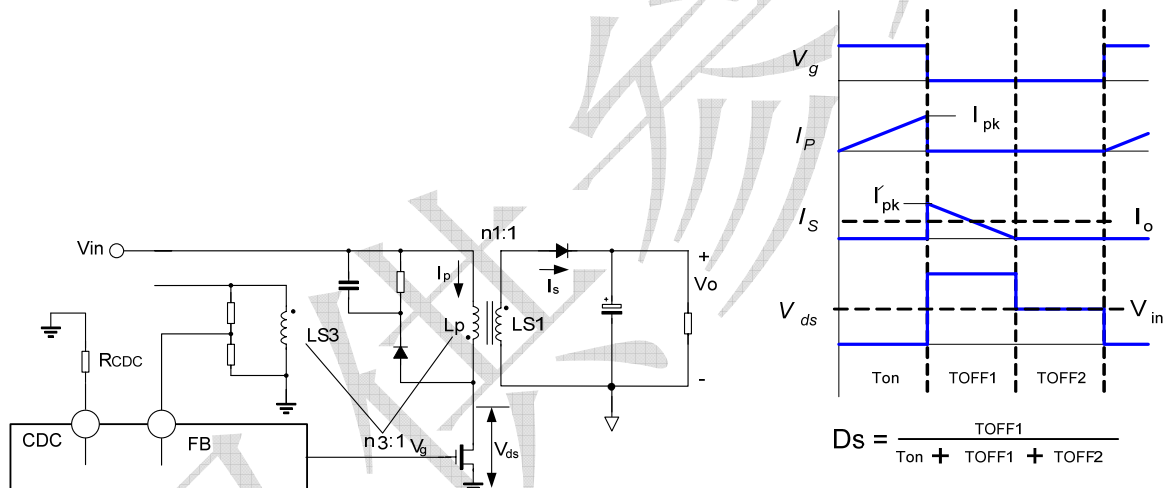
其中： I_{SP} 是次级电流的峰值， I_P 是初级电流的峰值， D_S 次级电流的占空比。 n 是变压器初次级绕组匝数比。

电缆线的电压与输出电流和电缆线的电阻值成正比。不同的输出电流产生不同的电缆线电压降。这样，需要有能随着电缆线长度可调的补差电压设计。为补偿电缆的电压降落，SD4851 利用一个管脚(CDC)外接电阻(R_{CDC})来模拟电缆的电阻。当 CDC 脚接地时，没有线损补偿。线损补偿的数值由外加电阻来调节。

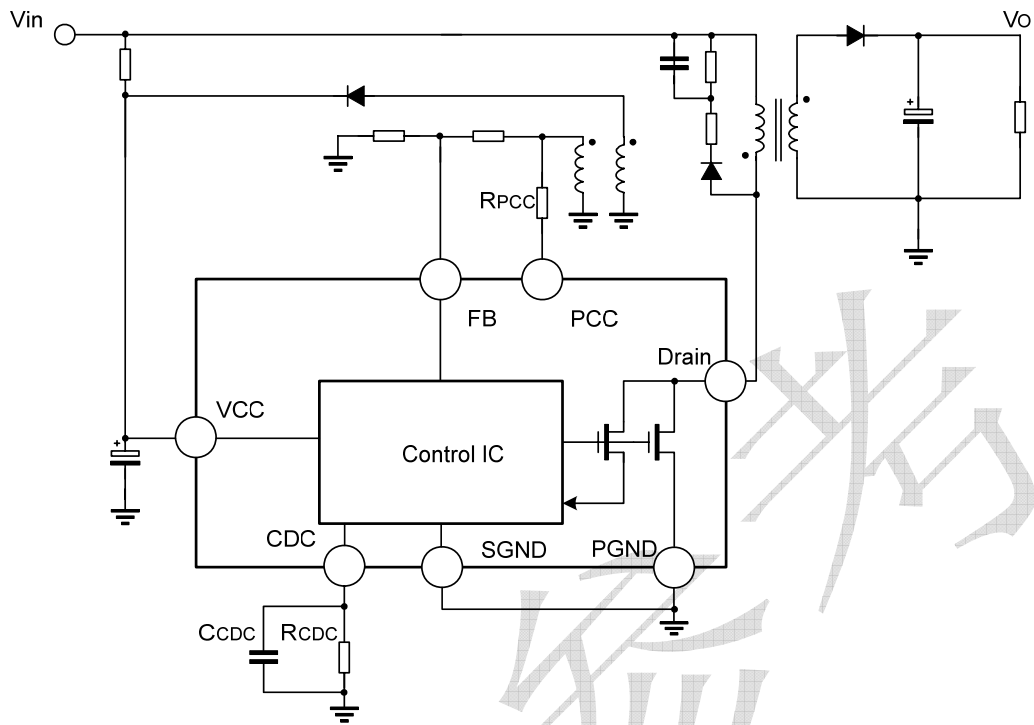
所补偿的电压值表示如下：

$$V_{CDC} = 6.88 \times 10^{-6} \cdot D_S \cdot R_{CDC}$$

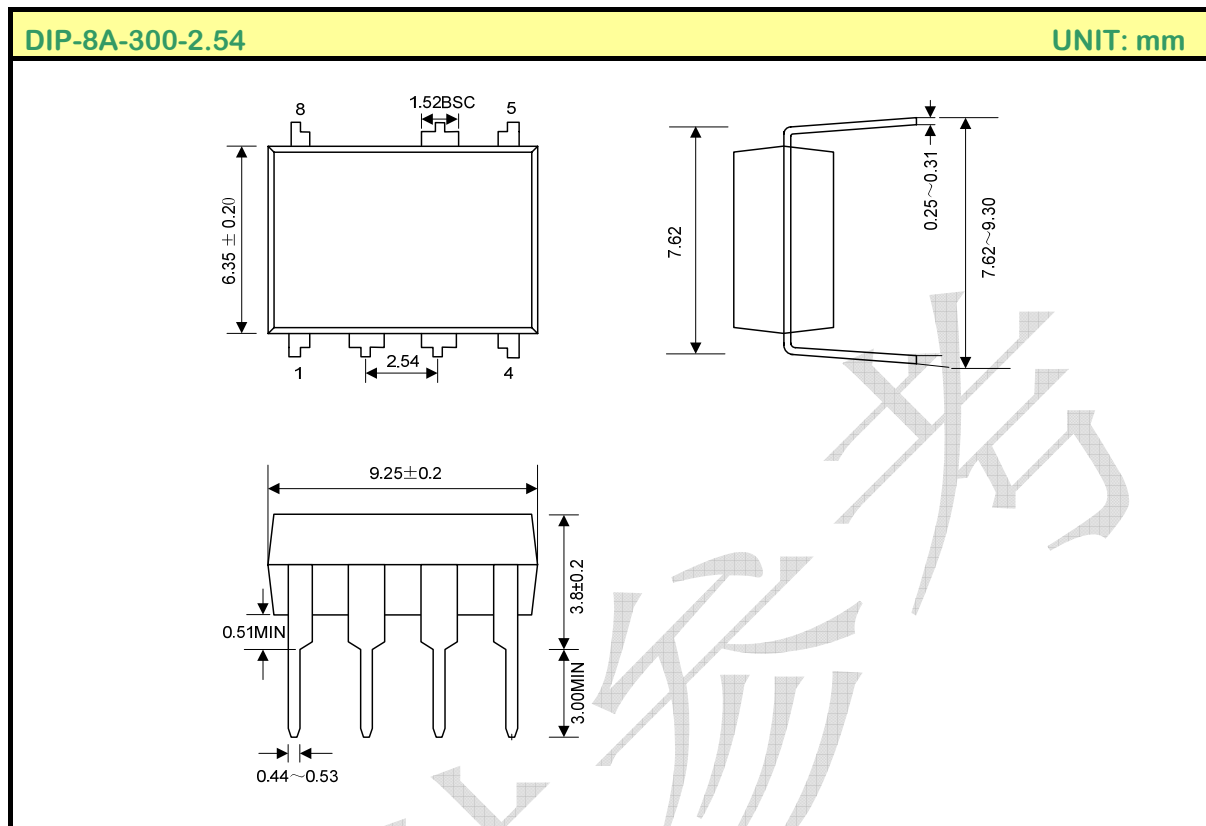
其中： V_{CDC} --补偿的电压值，该电压值与基准电压 4.2V 相加产生内部误差放大器基准点。 D_S -次级电流的占空比， R_{CDC} --CDC 脚外接电阻到地。



应用电路图



注：以上线路及参数仅供参考，实际的应用电路请在充分的实测基础上设定参数。

封装外形图

MOS电路操作注意事项：

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止MOS电路由于受静电放电影响而引起的损坏：

- 操作人员要通过防静电腕带接地。
- 设备外壳必须接地。
- 装配过程中使用的工具必须接地。
- 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。

声明：

- 士兰保留说明书的更改权，恕不另行通知！
- 任何半导体产品特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，买方有责任在使用 Silan 产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生！
- 产品提升永无止境，我公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！