

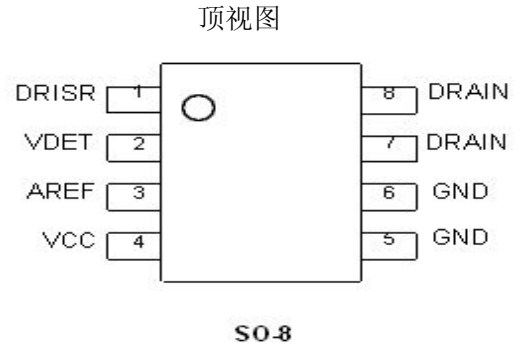
概述

M3015 是一款次级组合 IC，在 DCM 转换模式中结合了 N 沟道 MOS 和驱动线路设计的同步整流 IC。

它集成了输出电压检测功能的原边控制系统。低 RDS ON 的 N 沟道 MOS，快速转换速率和优异反向恢复特性的体二极管。同步整流可以有效地降低二次侧整流器的功耗，并提供高性能的解决方案。

通过检测 MOSFET 漏源极电压，M3015 可以用较少的外部元件输出理想的驱动信号。当输出电压低于一定限值时，M3015 会周期性检测输出电压，通过快速响应次级电压，M3015 能有效地提高初级侧控制系统的瞬态性能。M3015 提供 SOP8 封装。

脚位图



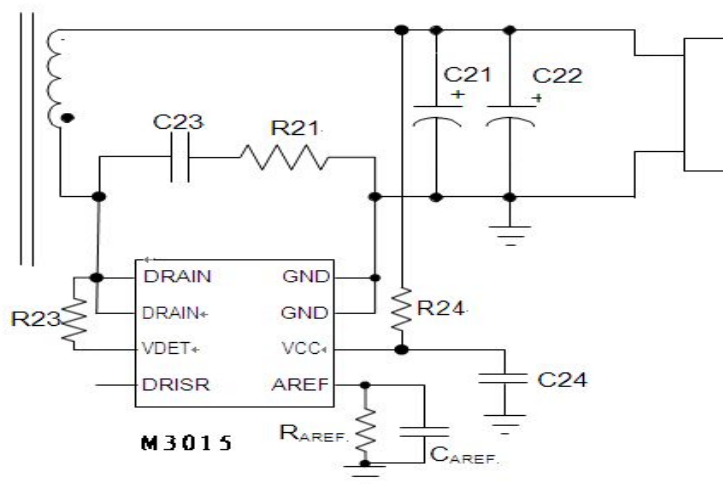
特点

- DCM 反激式同步整流模式
- 低 RDS ON
- 消除谐振环干扰
- 快速电压检测
- 极少的外部元件

应用

- 适配器/手机、无 电话充电器，
- ADSL 猫盒，MP3 和其他便携设备
- 备用电源和辅助电源

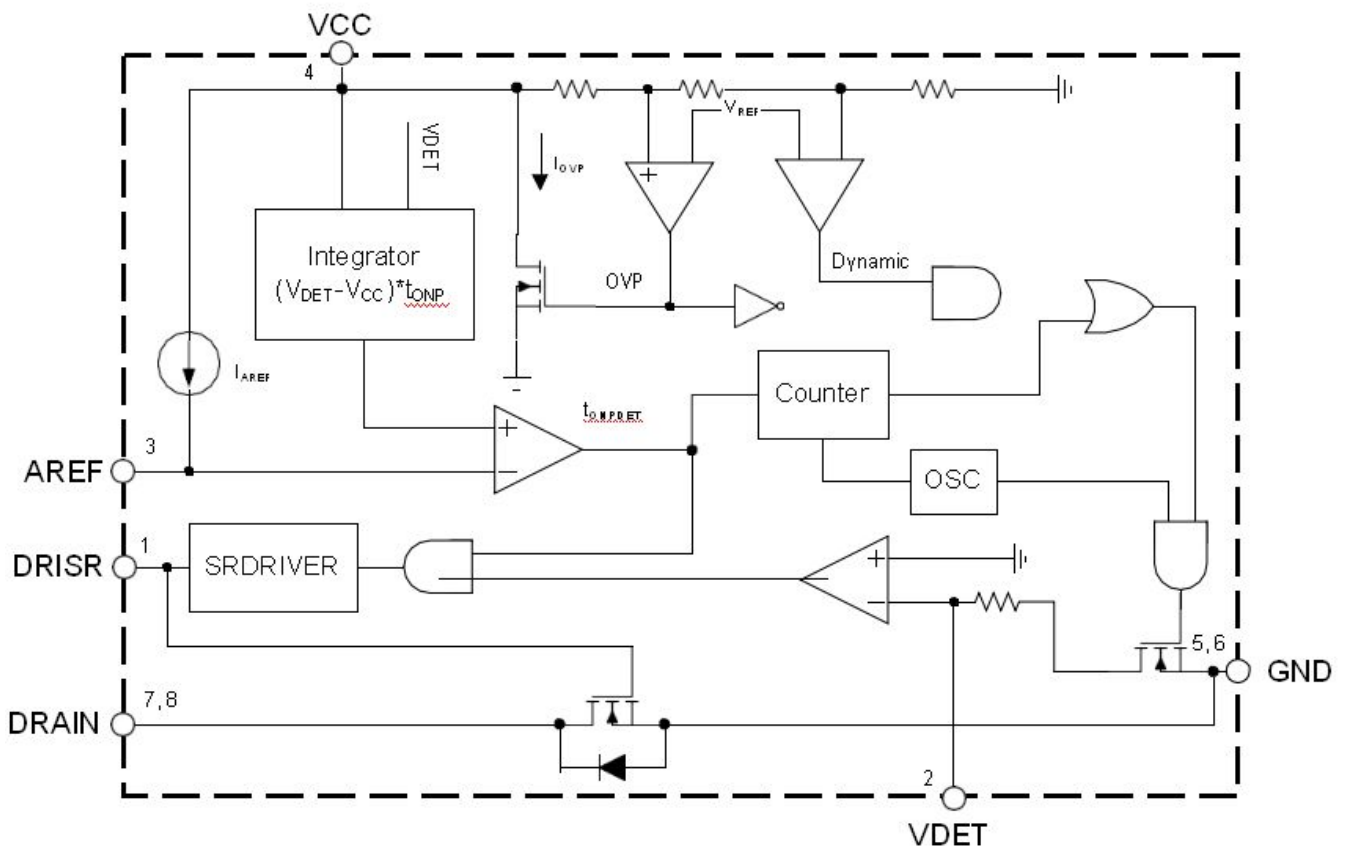
典型应用电路



引脚功能描述:

| 脚位 | 名称 | 功能 |
|------|-------|-------------------------------------|
| 1 | DRISR | 同步整流 MOS 驱动 |
| 2 | VDET | 同步整流信号输入及调整信号输出, 通过电阻接到内部功率 MOS 的漏极 |
| 3 | AREF | 同步整流内部参考电压设置, 连接电阻到地 |
| 4 | VCC | 电压供应, 连接到次级输出 |
| 5, 6 | GND | 功率 MOS 的源极, 连接到地 |
| 7, 8 | DRAIN | 内部功率 MOS 的漏极 |

内部框图



极限参数

| 符号 | 参数 | 数值 | 单位 |
|---------------|----------------------|-------------|------|
| VCC | 供电电压 | -0.3 to 7.5 | V |
| VDE | DET 脚, DRAIN 脚 输入电压 | -2 to 50 | V |
| VAR | AREF 脚, DRISR 脚 输入电压 | -0.3 to 6 | V |
| ID | 漏极 持续 电流 | 15 | A |
| IDM | 漏极脉冲峰值电流 | 60 | A |
| PD | TA=+25°C 时功耗 | 0.7 | W |
| θ_{JA} | 热阻 (结到环境) | 170 | °C/W |
| θ_{JC} | 热阻 (结到外壳) | 24 | °C/W |
| TJ | 工作结温 | +150 | °C |
| TST | 储存温度 | -65 to +150 | °C |
| TLE | 焊接温度 (10S) | +300 | °C |

注：最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内，器件功能正常，但并不完全保证满足个别性能指标。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数规范。对于未给定上下限值的参数，该规范不予保证其精度，但其典型值合理反映了器件性能。

电气参数 (Ta=25°C, VCC=5V, 其余情况会做说明)

| 符号 | 参数 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|-----|--------|-----|-----|----|
| VCC | 供电电压 | 3.3 | 6 | V |
| TA | 工作环境温度 | -40 | 80 | °C |

电气参数 (Ta=25°C, VCC=5V, 其余情况会做说明)

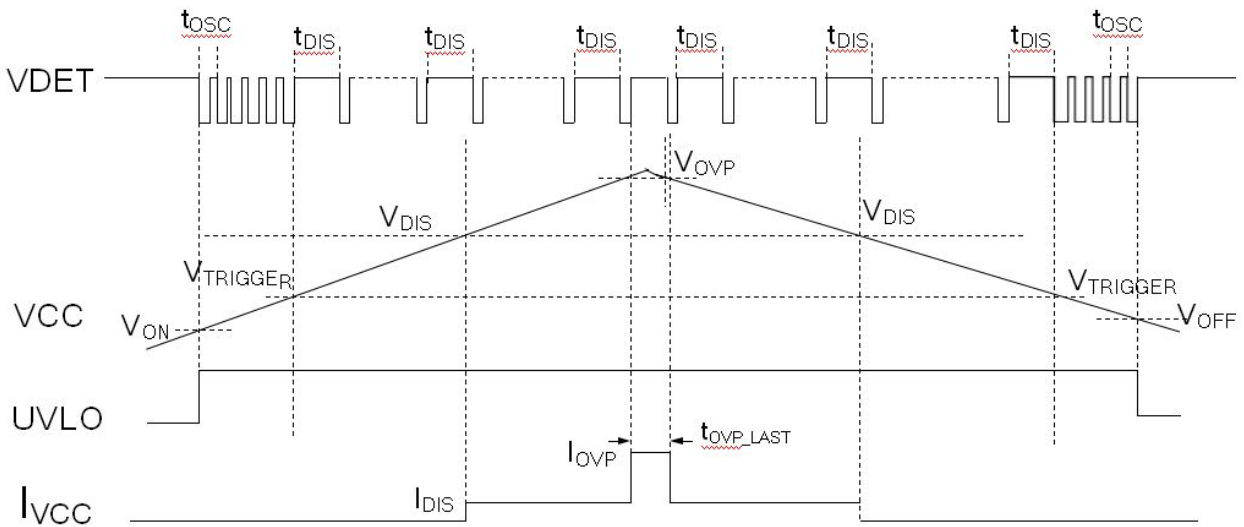
| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|------------|---|-------|-------|-------|-------|
| 供电部分(VCC Pin) | | | | | | |
| ISTARTUP | 启动电流 | VCC=VSTARTUP-0. | - | 100 | 150 | μA |
| IOP | 工作电流 | VDET 悬空 VCC=V _{TRIGGER} +20mV | 40 | 100 | 150 | μA |
| VSTARTUP | 启动电压 | - | 2.6 | 3.1 | 3.4 | V |
| - | UVLO | - | 2.3 | 2.8 | 3.1 | V |
| 动态输出/振荡器部分 | | | | | | |
| VTRIGGER | 内部触发电压 | - | 5.25 | 5.3 | 5.35 | V |
| - | 占空比 | - | 4 | 8 | 12 | % |
| tOSC | 振荡周期 | VCC=5V | 18 | 30 | 37.5 | μs |
| ITRIGGER | 内部触发电流 | VCC=VTRIGGER, VCC/VDET 之间接 20Ω 电阻 | 30 | - | 42 | mA |
| tDIS | 最小时间 | - | 18 | 30 | 37.5 | ms |
| VDIS | 放电电压 | - | 5.28 | 5.44 | 5.52 | V |
| IDIS | 放电电流 | VCC=VDIS+0.1V | 1.5 | 3 | 4.5 | mA |
| VDIS-VTRIGGE | 放电触发压差 | - | 30 | 110 | - | mV |
| VOVP | 放电过冲电压 | - | 5.8 | 5.9 | 6.0 | V |
| IOVP | 放电过冲电流 | VCC=VOVP+0.1V, VCC 脚连接 20Ω 电阻 | 40 | - | 100 | mA |
| 同步电压检测 | | | | | | |
| VTHON | 门开启阈值 | - | 0 | - | 1 | V |
| VTHOFF | 门关闭阈值 | - | - | -12.5 | -5 | mV |
| tDON | 开启延迟时间 | From VTHON to VDRISR=1V | - | 70 | 130 | ns |
| tDOFF | 关闭传输延迟时间 | From VTHOFF to VDRISR=3V | - | 100 | 150 | ns |
| tRG | 门开启上升时间 | From 1V to 3V, CL=4.7nF | - | 50 | 100 | ns |
| tFG | 门关闭下降时间 | From 3V to 1V, CL=4.7nF | - | 50 | 100 | ns |
| tLEB_S | 最小导通时间 | (VDET-VCC)*tONP = 25Vμs | 0 | 1.8 | 2.7 | μs |
| tLEB_L | | (VDET-VCC)*tONP = 50Vμs | - | - | 6.5 | |
| VDRISR_HIGH | 驱动输出电压 | VCC=5V | 3 | - | - | V |
| VS_MIN | SR 最低工作电压 | - | - | - | 4.5 | V |
| tOVP_LAST | 增加过压保护放电时间 | - | - | 2.0 | - | ms |
| Kqs | (Note 7) | (VDET-VCC)*tONP = 25Vμs | 0.325 | - | 0.515 | mA*μs |

| 参数 | 符号 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|-----------------------|----------|--------------------|-----|-----|-----|----|
| 漏极源极之间冲击耐压 | VDSS(BR) | VGS=0V, ID=0.25mA | 50 | – | – | V |
| 栅极阈值电压 | VGS(TH) | VDS=VGS, ID=0.25mA | 0.5 | 0.9 | 2 | V |
| 栅极电压为 0V 时, 漏极源极之间漏电流 | IDSS | VDS=50V, VGS=0V | – | – | 1 | μA |
| 栅极对源极的漏电流 | IGSS | VGS=10V, VDS=0V | – | – | ±10 | μA |
| 漏极源极之间导通电阻值 | RDS(ON) | VGS=4.5V, ID=15A | 12 | 17 | 30 | mΩ |

MOSFET 动态参数

| 参数 | 符号 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---------------------|------|--------------------------------------|----|------|----|----|
| 输入电容 | Ciss | VGS=0V, VDS=25V, f=1MHz | – | 1316 | – | pF |
| 输出电容 | Coss | | – | 97 | – | |
| 反向传输电容 | Crss | | – | 85 | – | |
| 栅极源极充电电荷量 | Qgs | VGS=0V to 10V, VDD=25V, ID=15A | – | 3.2 | – | nC |
| 栅极漏极充电电荷量 (考虑到弥勒效应) | Qgd | | – | 5.7 | – | |
| 栅极总充电电荷量 | Qg | | – | 15.2 | – | |
| 栅极驱动阻抗 | Rg | – | – | 0.85 | – | Ω |

输出电压检测功能描述



图片 1 M3015 典型工作波形

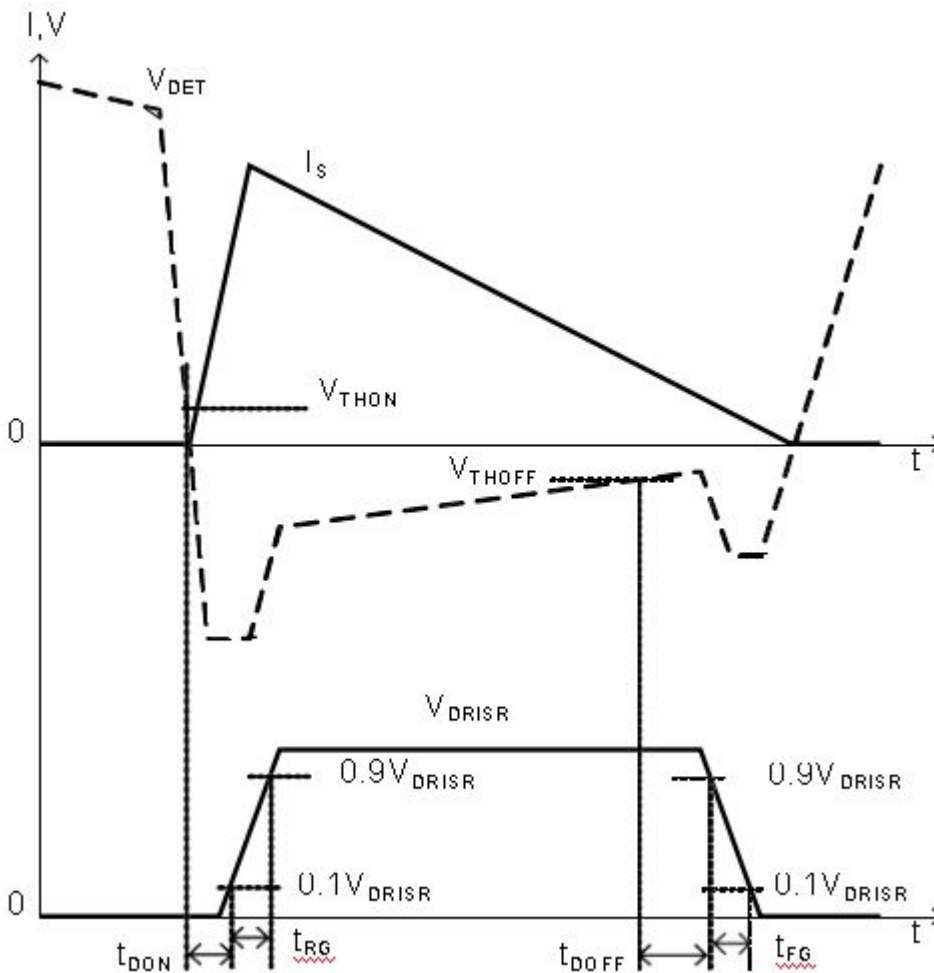
当 VCC 超过 IC 的启动电压 (V_{ON}) 时 M3015 启动。VDET 脚产生一个周期性脉冲信号, 振荡周期是 t_{OSC} 。当 VCC 高于触发电压 ($V_{TRIGGER}$) 时, VDET 脚的周期性脉冲信号将会停止。当 VCC 电压超过充电电压 V_{DIS} , 充电电路将被启用, 3 mA 电流 (I_{DIS}) 将流入 VCC 脚。

当 VCC 电压高于 IC 的过冲保护电压 (V_{OVP}) 时, M3015 将启动放电电路、放电电流 (I_{OVP}) 将持续 t_{OVP_LAST} 时间。 t_{OVP_LAST} 时间以后, M3015 将停止放电电流, 重新检测 VCC 电压。如果 VCC 电压仍高于 t_{OVP_LAST} , t_{OVP_LAST} 时间的放电电流将再次持续。一旦 OVP 放电电流被检测确认, VDET 脚的周期性脉冲信号将被关闭。当 VCC 电压低于 IC 关闭电压 (VDET) 时, M3015 将关闭。

工作描述

MOSFET 驱动

同步整流 SR 工作的时序图如图 2 所示。M3015 监视 MOSFET 漏源极电压, 当漏极电压低于开启门限电压 V_{THON} 时, 在开机延迟时间 (t_{DON}) 之后, 集成电路主动输出一个驱动电压, MOSFET 将打开, 电流从体二极管进入 MOSFET 的沟道中。当漏极电流线性的减少到零的过程中, 漏源极电压同步上升。当它上升到关闭阈值电压 V_{THOFF} 时, 在一个关闭延迟时间 (t_{DOFF}) 后, M3015 把驱动信号关闭。



图片 2 M3015 典型工作波形

最小导通时间

当 MOSFET 控制门打开时,一些纹波噪音将会产生。最小导通时间计时器将 VTHOFF 比较器锁住,以确保 MOSFET 至少能够达到最小导通时间。如果最小导通时间结束之前, VTHOFF 低于阈值电压, MOSFET 将继续导通,直到最小导通时间结束。

最低的导通时间与 $(V_{DET}-V_{CC}) \cdot t_{ONP}$ 成正比。

当 $(V_{DET}-V_{CC}) \cdot t_{ONP} = 5 \mu s$, 最低的导通时间大约是 $1.8 \mu s$ 。

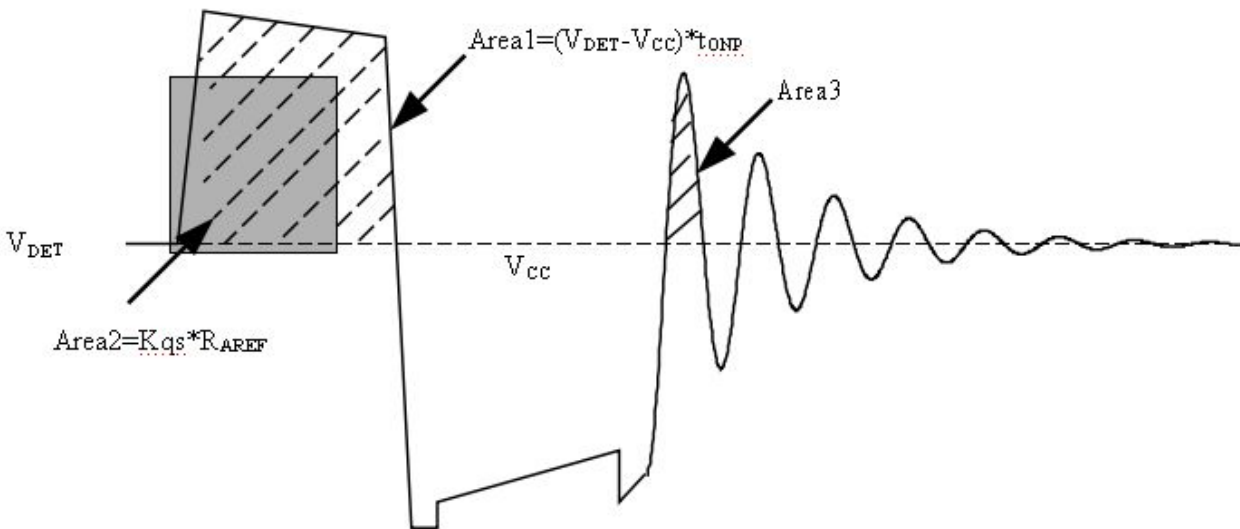
AREF 电阻的作用和取值

对于工作于原边 DCM 模式的变换器,当次级整流停止后,由于初级漏感和寄生电感以及开关器件等效输出电容的共振作用。在初级主 MOSFET 的漏极到源极处的波形产生振荡。这种振荡波形可能导致同步整流器检测错误。为了避免这种错误的发生, M3015 具有基于伏秒积检测的特殊设计。从 VDET 脚检测到的电压来看,在初级主开关导通时电压高于 VCC 的伏秒积,远远高于每个周期振荡电压高于 VCC 的伏秒积。因此,在每次同步整流器打开之前,经 M3015 判断,如果检测到在 VDET 脚上电压高于 VCC 时的伏秒积高于一个阈值,打开同步整流器。设定 AREF 电阻的目的是确定伏秒积阈值。M3015 有个参数 Kqs,该参数将 RAREF 电阻值转换成伏秒积:

$$Area2 = R_{AREF} * Kqs$$

总的来说, Area1 和 Area3 的数值应该经过系统测试来确定, 它取决于系统设计且系统设计框架冻结后总是固定的。对于茂捷半导体的 PSR 设计, Area1 值随着初级峰值电流的变化而变化, 而 Area3 价值在各种情况下, 通常保持恒定的数值。所以 AREF 电阻的设定应考虑到最坏的情况, 即初级峰值电流最低的情况。从系统设计参数的分布来看, Area1 和 Area3 之间有可以兼容的范围。所以 Area2 应该设定在 Area1 和 Area3 之间, 并保持足够的设计余量:

$$\text{Area3} < \text{RAREF} * kq < \text{Area1}$$



图片 3 AREF 功能波形

同步整流 SR 最低工作电压

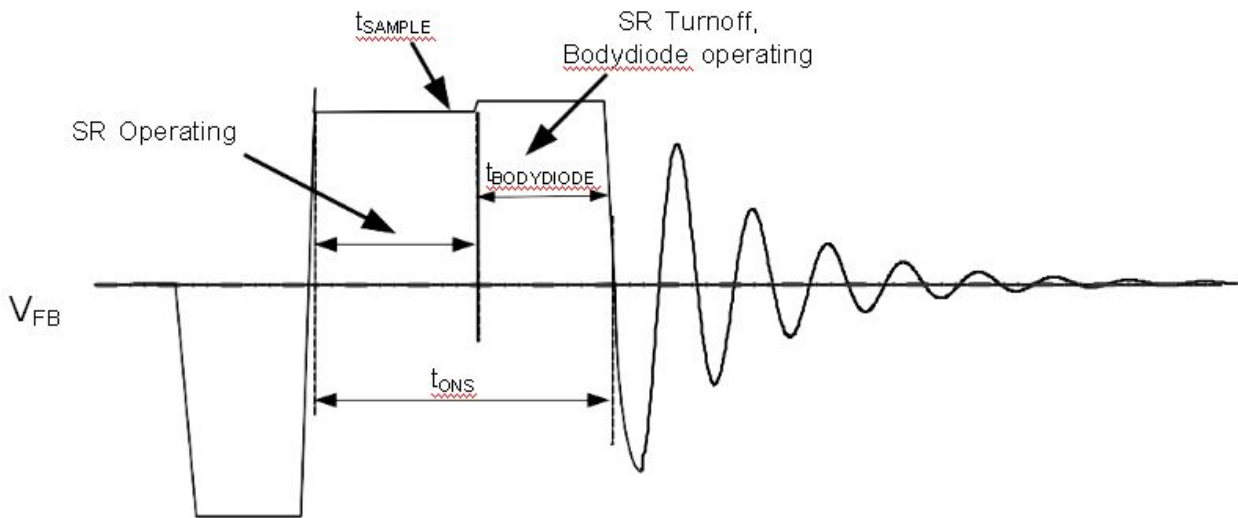
M3015 通过对比 VDET 脚和输出电压 (VCC) 之间的差值, 设置了一个最低工作电压。VDET - VCC 的差值必须高于 IC 的内部参考电压, 然后 M3015 将开始整合确定区域 (VDET - VCC) * tONP。如果不是, 该地区将不会被整合, 同步整流功能将被禁用。

同步整流 SR 的关闭时间影响 PSR 系统下 CV 模式工作采样

当同步整流应用于反激式原边反馈系统时, 在二次侧电流下降到零之前, 同步整流 MOSFET 需要提前关闭, 避免电流反向流通。当同步整流提前关闭时, 次级电流将流过体二极管。在确定的工作系统, SR 关闭时间是由 VTHOFF 确定。当 VTHOFF 越接近于零, SR 打开时间越长且体二极管导通时间越短。由于同步整流 MOSFET 和体二极管的导通压降不一样, 对于 PSR 系统, 当同步整流 MOSFET 关闭的时候, 反馈信号 VFB 将出现电压跳动。如果 PSR 系统 CV 模式采样时间 tSAMPLE 接近甚至落后于反馈信号波动时间, 将会有系统工作不稳定操作的问题出现或有输出电压降低的情况发生。

为确保系统工作的稳定, 它必须满足:

$$t_{\text{BODYDIODE}} < t_{\text{ONS}} * (1 - t_{\text{SAMPLE}})$$



图片 4 SR 关闭时对 PSR 系统下 CV 模式采样的影响

推荐应用电路参数

电阻 R23 和 R24 用于通过 ESD 测试。R23 和 R24 的阻值应分别高于 20Ω 低于 47Ω 。R23 和 R24 的封装应该至少为 0805，且这两个电阻下面不能有任何走线。

CAREF 建议与 AREF 电阻协同使用，以确保伏秒积阈值的稳定，

CAREF 的推荐值是 100 nf，

C24 的推荐值是 100 nf。

SOP-8 封装

