



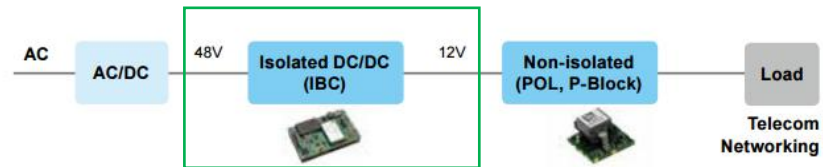
NCP12700超宽输入电流模式PWM控制器 用于隔离型DC-DC 电源

安森美半导体
ON Semiconductor®

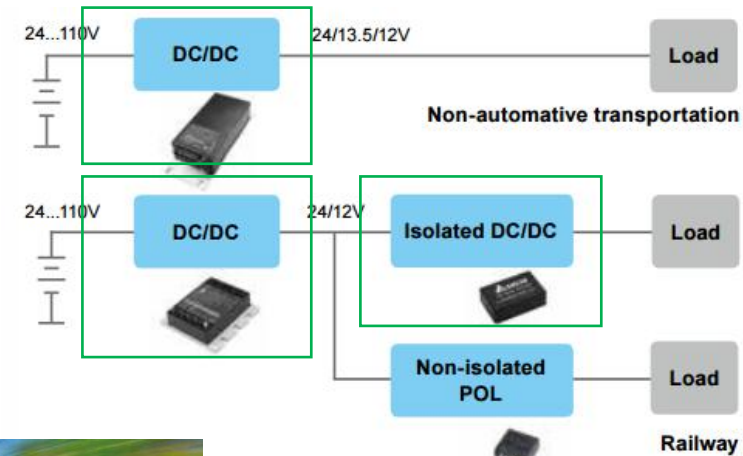


背景及概览

NCP12700目标终端市场



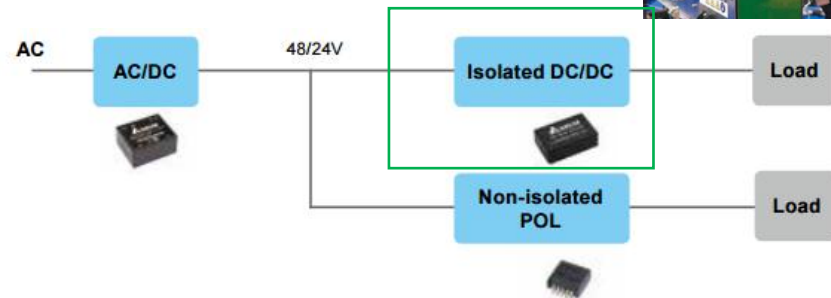
电信
/服务器



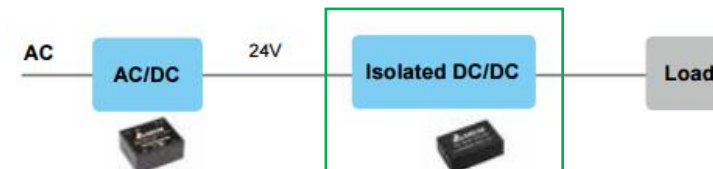
交通



工业

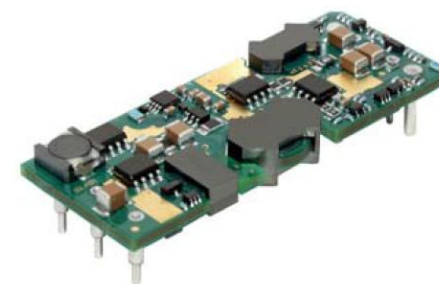


医疗



NCP12700目标应用

- 中小功率范围: 5 W – 100 W
- 隔离型, 固定频率DC-DC 转换器
 - 单端CCM/DCM 反激
 - 单端正激
 - 双开关正向, 外置门极驱动器
- 宽输入范围: 9 V – 160 V
 - 适用于4:1, 甚至8:1 输入范围
- 适用于多输出设计
 - 兼容同步整流, 低压、大电流输出
 - 单路或双路输出
- 各种不同的外形
 - DIN Rail 贴装
 - 板载模块(2"x1", SIP/DIP 封装)
 - Open Frame



电流PWM 控制器用于中小功率隔离型DC-DC 模块

Feature	Devices		
	Competitor R	Competitor T	Competitor T
Package	TSSOP-16	MSOP-10	MSOP-8
HV Startup	No	Yes	No
HV Startup Range	N/A	13-100 V	N/A
Input UVLO Pin	Yes	Yes	No
Vcc(on) Max	8.55 V	7.9 V	7.5 V
Vcc(uvlo) Min	7.4 V	5.3 V	6.1 V
5 V REF	Yes	No	Yes
Internal EA	Yes	Yes	Yes
Frequency Setting	RTCT	RT	RTCT
Frequency Range	1 MHz	1 MHz	1 MHz
Frequency Synchronization	Yes	Yes	Yes
Slope Compensation	Yes - Extra Pin	Yes	No
OTP Interface	No	No	No
Output OVP Interface	Yes	No	No
Skip Mode	Yes	No	No
ILIM Threshold	Adjustable (0.35 - 1.2 V)	500 mV	1 V
Overload Timer	Yes - Adjustable	No	No
Soft Start Pin	Yes	Yes	No
Gate Drive Clamp	No - External LDO	No	No

目前方案可能不含

- 高压启动
- 内置斜率补偿
- 无专用OVP & OTP 接口
- 无断续模式OCP & 短路保护
- 无跳周期模式提升轻载能效
- 无门极驱动钳位

NCP12700是超宽输入PWM 控制器，内置单端反激/正向隔离型DC-DC模块应用所需的所有特性

NCP12700 – 9 至 200 V PWM 控制器

价值定位

The NCP12700 is a wide-input range, fixed frequency, peak current mode PWM controller with a highly integrated feature set suitable for implementing single-ended power converter topologies.

独特的特性

- Ultra Wide Range HV (9 – 200V) startup regulator
- User Adjustable Over-Power Protection
- Fault pin for thermal and output over-voltage protection
- Eliminate external startup components
- Easier design across input voltage range
- Interface for thermal and output OVP eliminates external protection circuitry

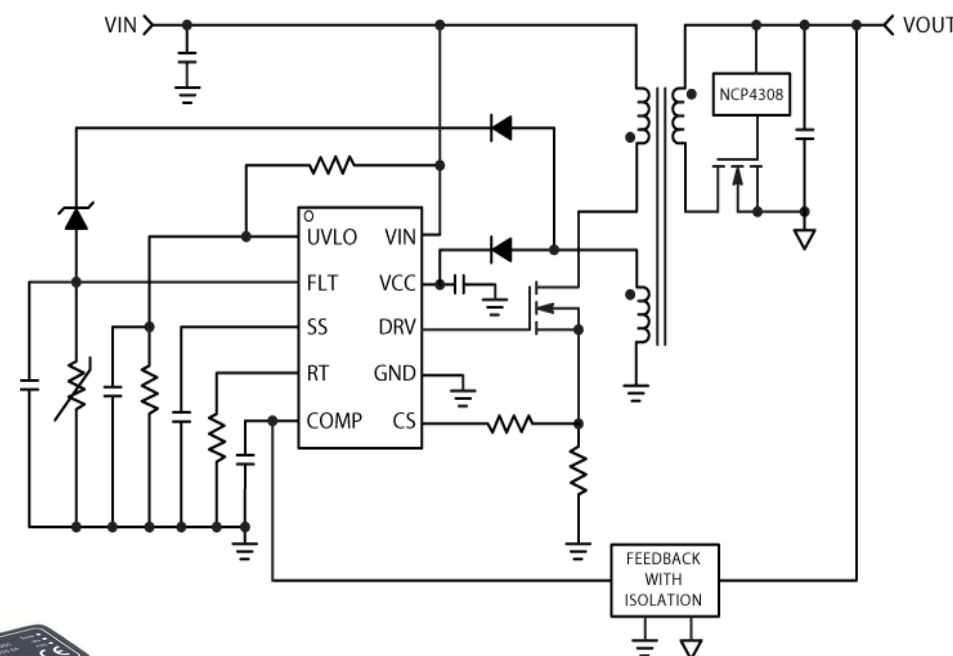
其它特性

- Programmable oscillator between 100 kHz – 1 MHz
- **Internal slope compensation**
- **Adjustable Soft-Start Ramp**
- Input Voltage UVLO with hysteresis
- Shutdown Threshold for External Disable
- **Overload Protection with 30 ms Overload Timer**
- 1 A / 2.5 A Source / Sink Gate Driver

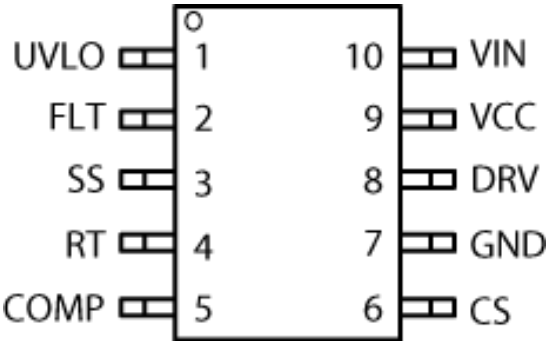
市场及应用

- Isolated, single-ended DC-DC Converters for Industrial, Telecom, and Transportation Applications

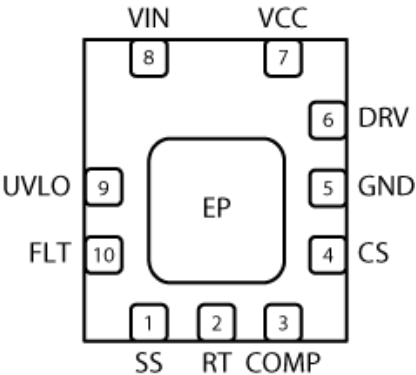
应用电路图



器件版本



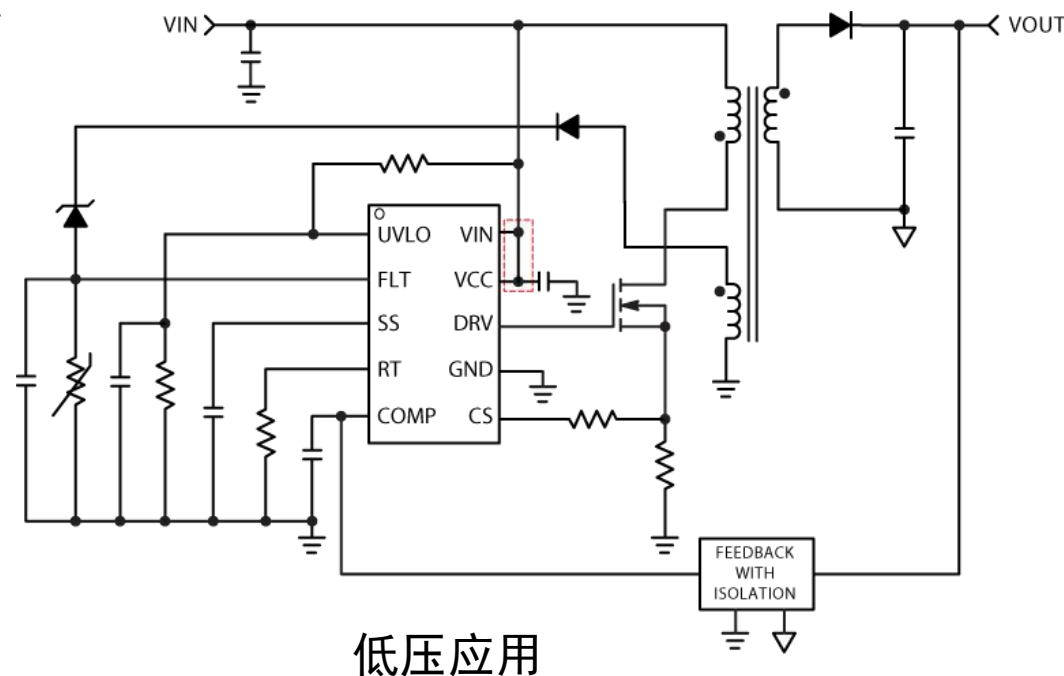
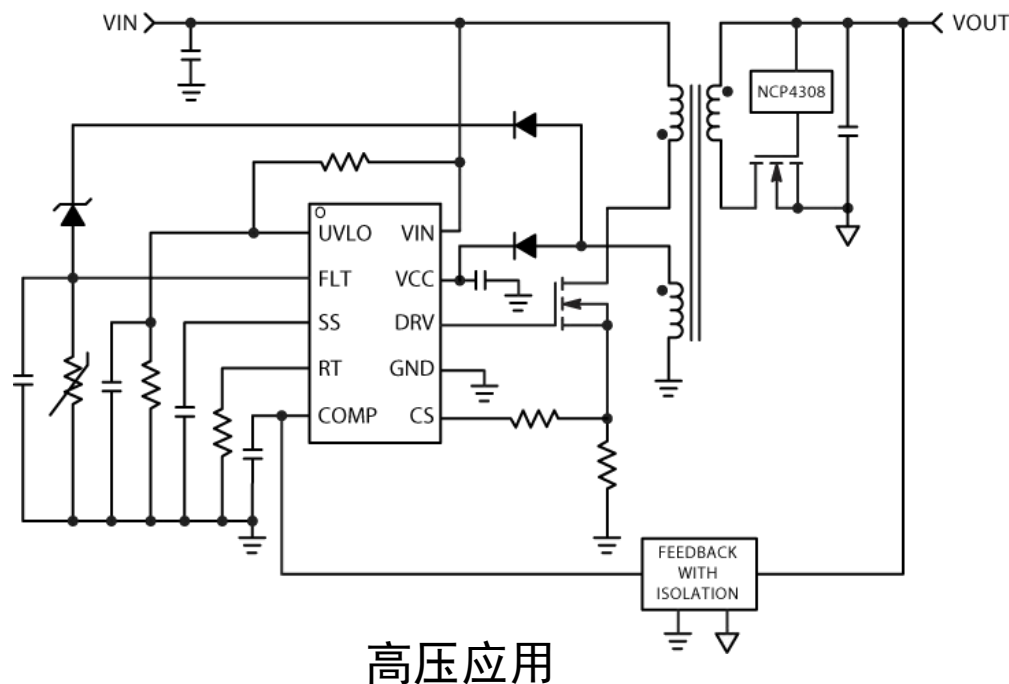
- NCP12700xDNR2G
- MSOP10 – 3x3 封装
- 建议用于9 – 100 V 输入
- 0.5 mm 间距
- $R_{\theta JA} = 165^{\circ} \text{ C/W}$



- NCP12700xMTTXG
- WQFN10 – 4x3 封装
- 建议用于HV > 100 V 输入
- 0.8 mm 间距, VIN 和其它引脚间1.6 mm 间距
- $R_{\theta JA} = 51^{\circ} \text{ C/W}$

OPN	封装	OTP Fault	OVP Fault	Shipping
NCP12700ADNR2G	MSOP10	Latch	Latch	4000 / Tape & Reel
NCP12700BDNR2G	MSOP10	Autorecovery	Autorecovery	
NCP12700BMTTXG	WQFN10	Autorecovery	Autorecovery	3000 / Tape & Reel

典型应用电路图



- 高输入电压($V_{IN} > 18\text{ V}$) 配置的典型应用电路图 $\rightarrow V_{IN}$ 连接到系统输入电压, 用于启动和为 V_{CC} 供电, 直到辅助线圈电压上升
- 低输入电压($V_{IN} < 18\text{ V}$) 设计用户可将系统输入电压直接连接到 V_{CC}
- 10 引脚封装为用户提供可编程的开关频率、欠压锁定(UVLO)、SS, 和控制FLT引脚的过温故障和输出电压过压保护(OVP)

关键特性

框图

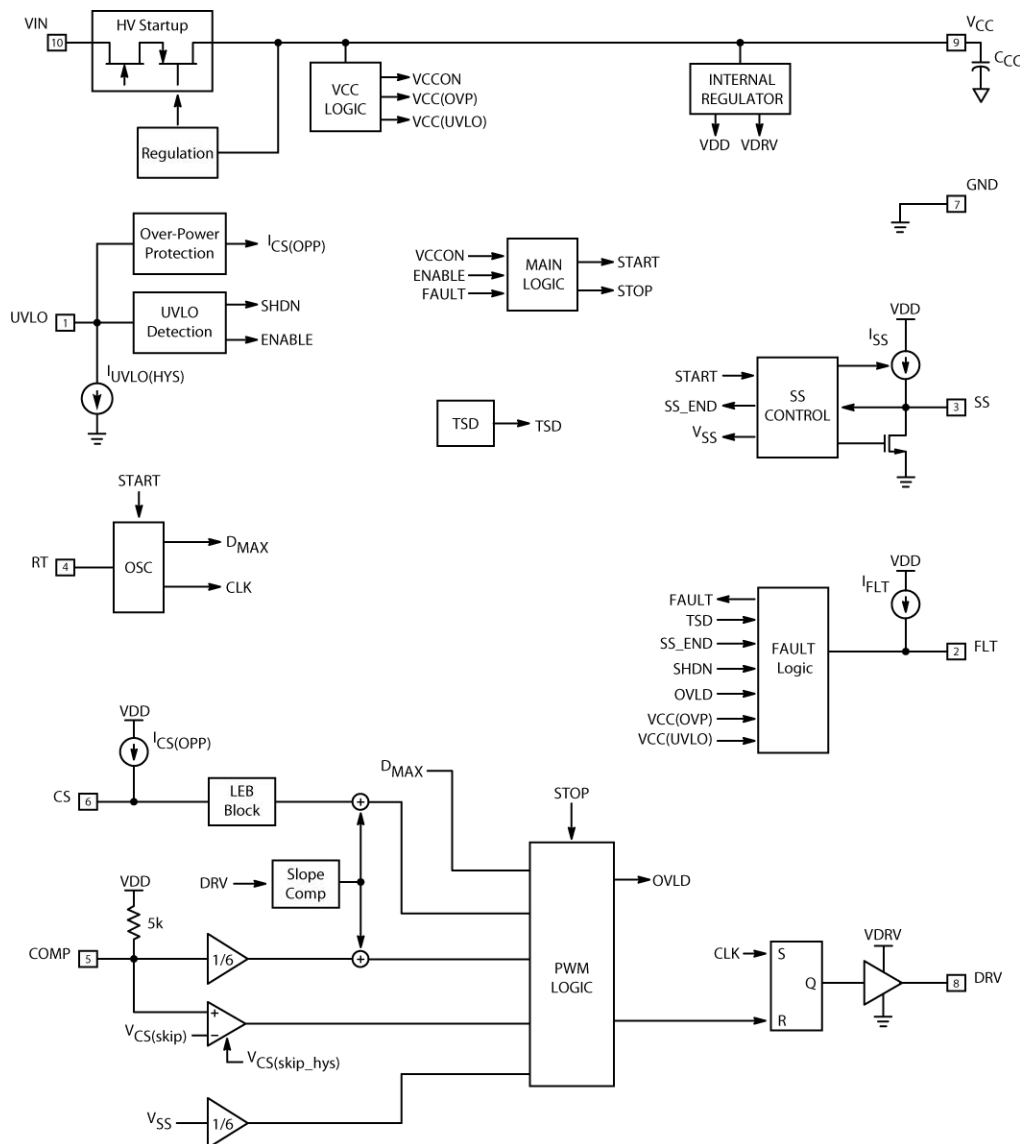
1. 120 / 200 V 高压启动

1. 输入UVLO 和外部禁用/启用接口
2. 电压检测实现过功率保护

1. 时序电阻用于设置开关频率
2. 100 kHz – 1 MHz

1. 逐周期峰值电流限制
2. 接口用户可调的过功率保护

1. 光耦接口用于次级端补偿
2. 集成斜率补偿



1. 提供IC偏置电压
2. 可通过辅助线圈驱动

1. 软启动时序电容

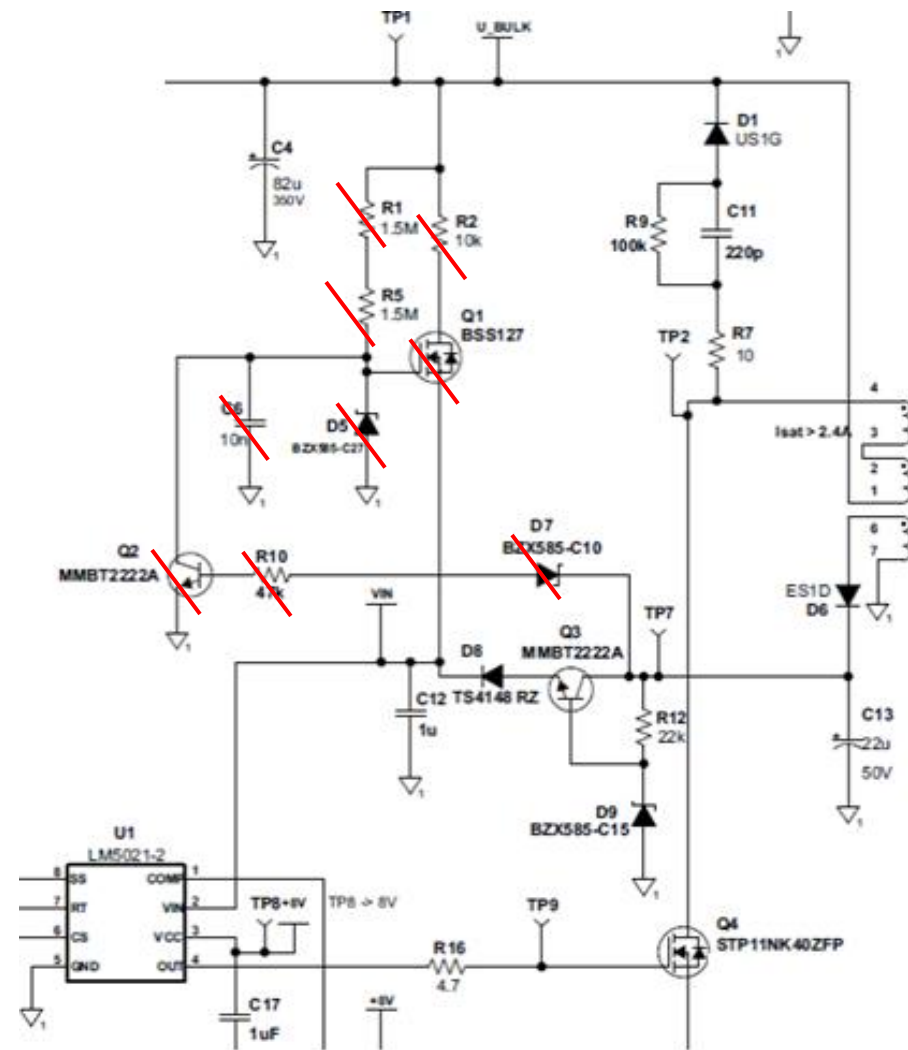
1. 窗口比较器具有NTC接口和输出电压OVP能力

1. 功率开关FET驱动器
2. 1 / 2.8 A 源/ 汲电流能力

9 – 200 V 高压启动

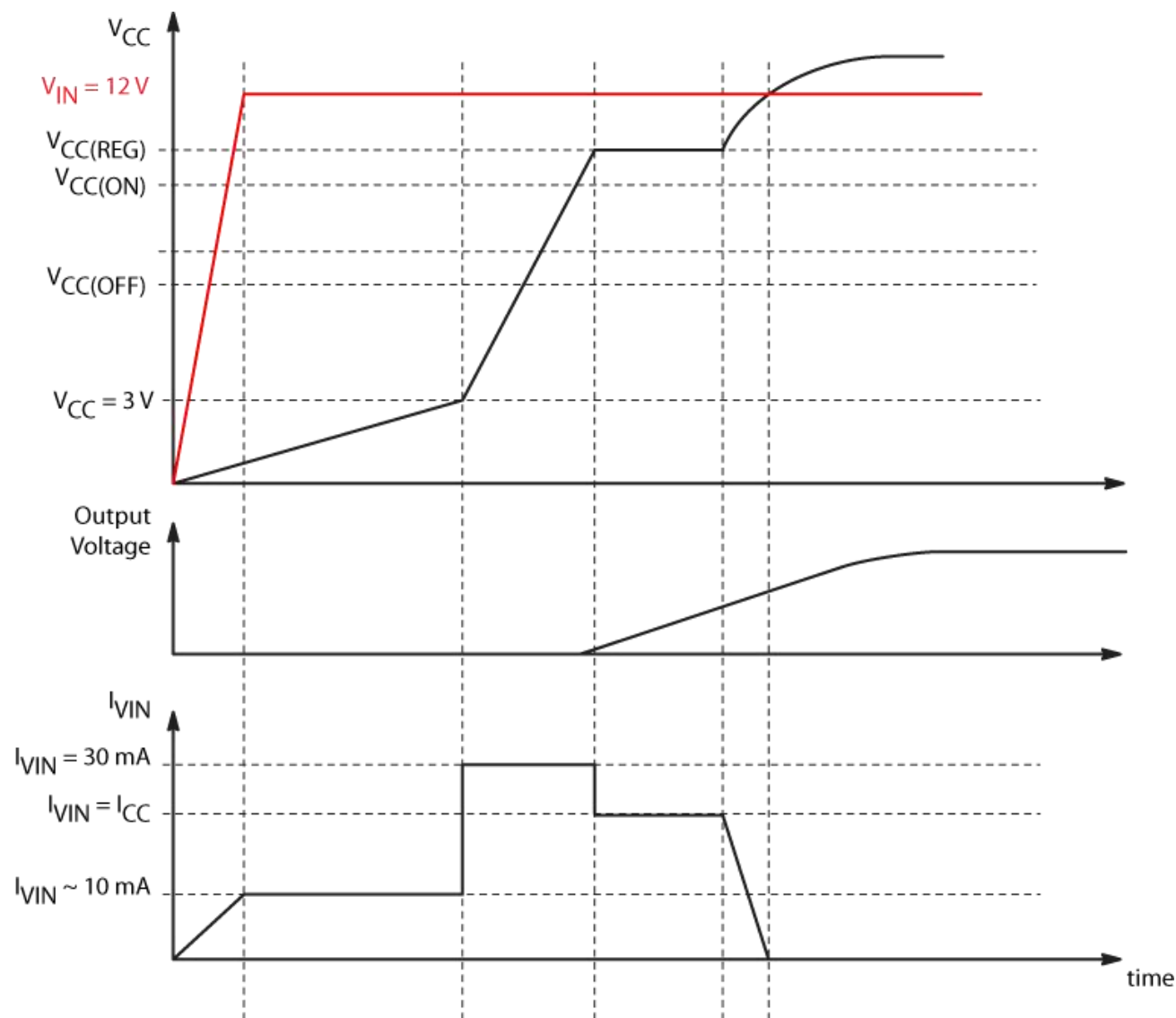
- 与竞争器件的启动能力对比
- 省去HV 外部FET 和8 个辅助器件, 节省成本和空间
- 约省\$0.062 美元

器件	价格
R1	0.001
R2	0.001
R5	0.001
R10	0.001
C6	0.0027
D5	0.01
D7	0.01
Q1	0.0267
Q2	0.0087
USD	0.0621



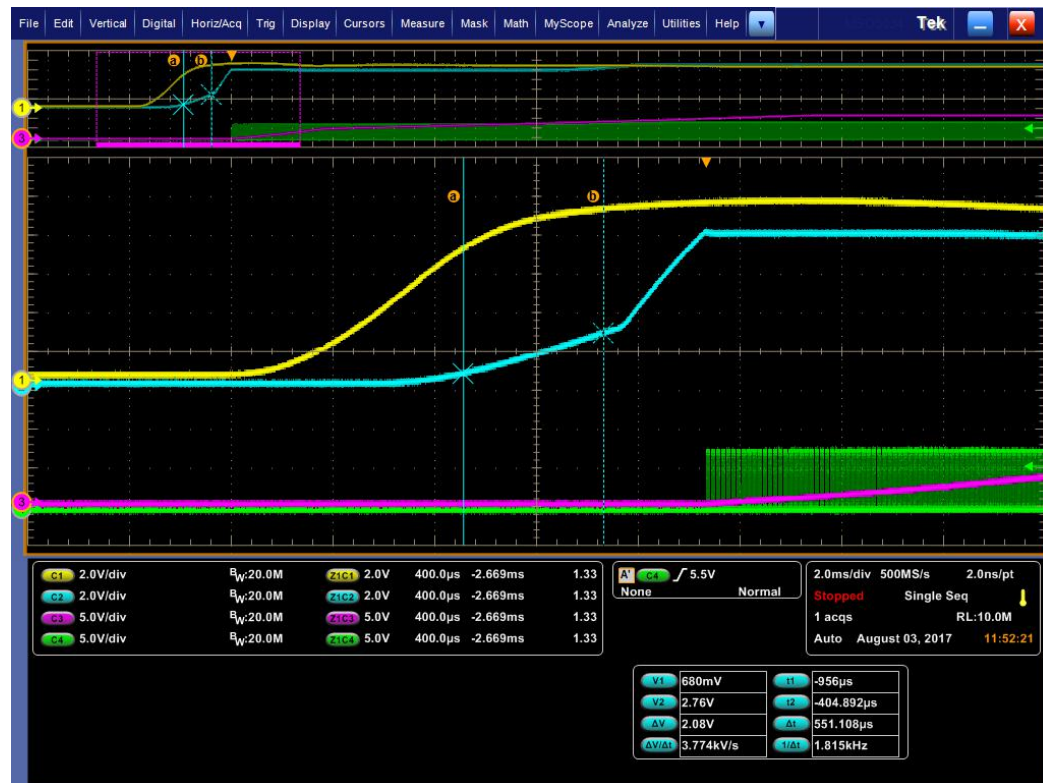
高压启动

- 图为典型系统启动的时序图
- 当施加 V_{IN} ，调节器能提供达 10 mA 的源电流， $V_{CC} < \sim 3\text{ V}$
- 当 $V_{CC} > 3\text{ V}$ ，调节器提供30 mA源电流， V_{CC} 被拉至稳压
- 在 $V_{CC(ON)}$ ，该器件将启用开关，调节器将提供 I_{CC} 电源电流，包括外部MOS功率开关的开关电流
- 当输出电压上升，辅助线圈将接管偏置 V_{CC} ，调节器电流将为0



高压启动波形

- 波形演示两步启动，使 V_{CC} 稳压，驱动脉冲启用



Ch. 1 (Yellow): VIN
Ch. 2 (Blue): VCC
Ch. 3 (Purple): Vo
Ch. 4 (Green): DRV

V_{IN} 启动波形

- 在9 V_{IN} 和160 V_{IN} 启动的波形→ 达到稳压的时间~ 20 ms
- 高压启动支持V_{CC}偏置约10 – 15 ms, 然后辅助线圈接管

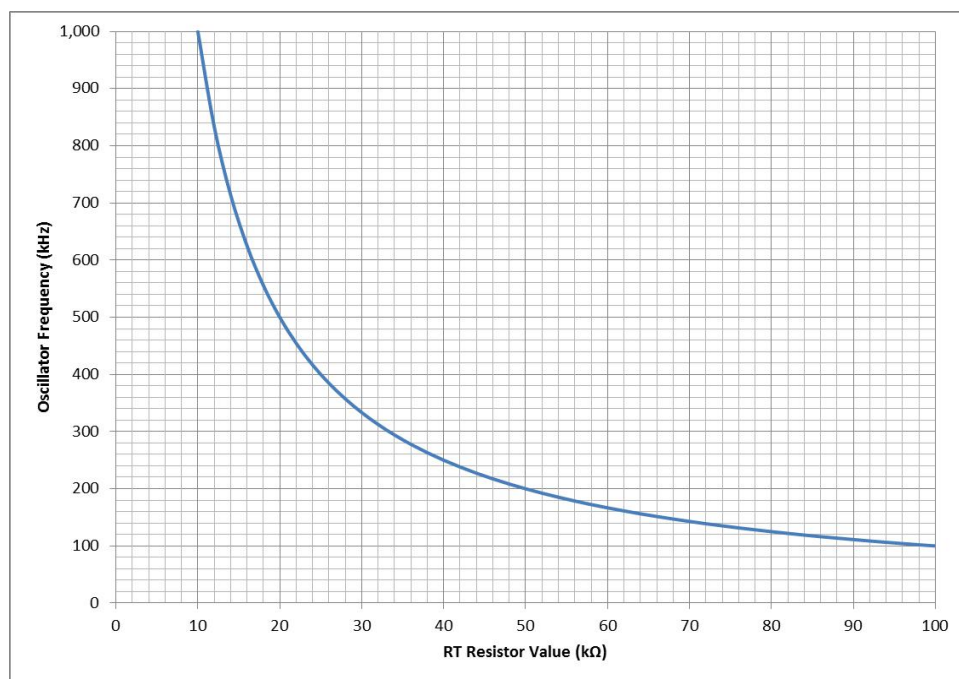


Ch. 1 (Yellow): VIN
Ch. 2 (Blue): VCC
Ch. 3 (Purple): Vo
Ch. 4 (Green): DRV

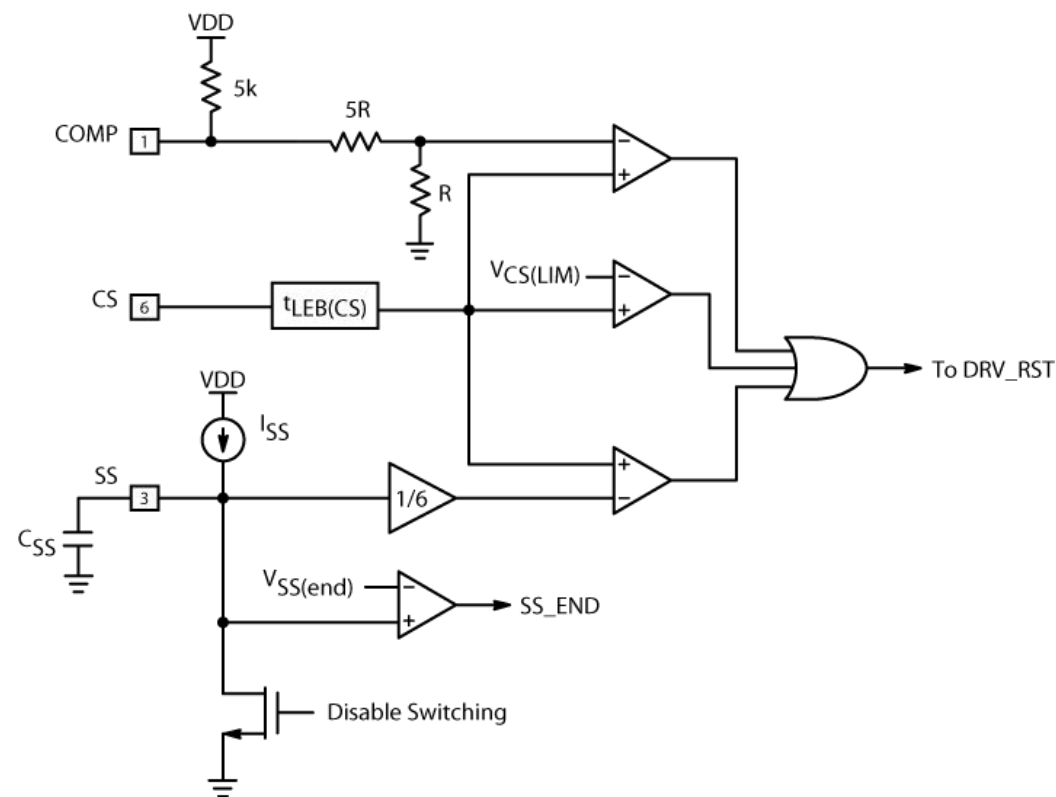
RT 和软启动(SS) 引脚

- 应用开关频率可使用~10k – 100k的单个电阻设置在100 kHz 和1 MHz 间

$$F_{osc} = \frac{1}{R(RT) \times 100 \times pF}$$

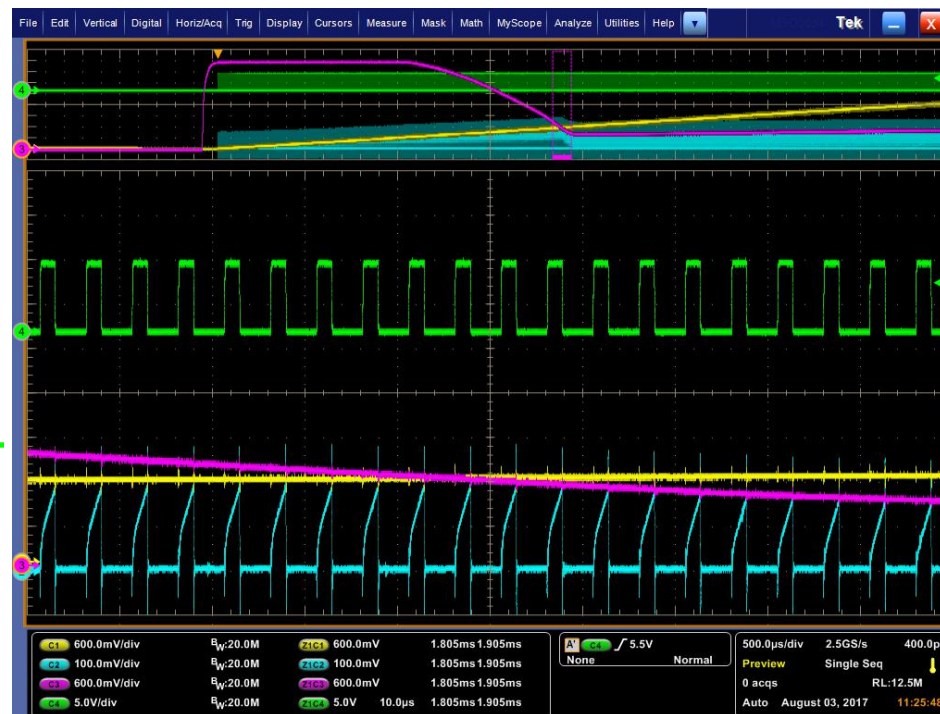
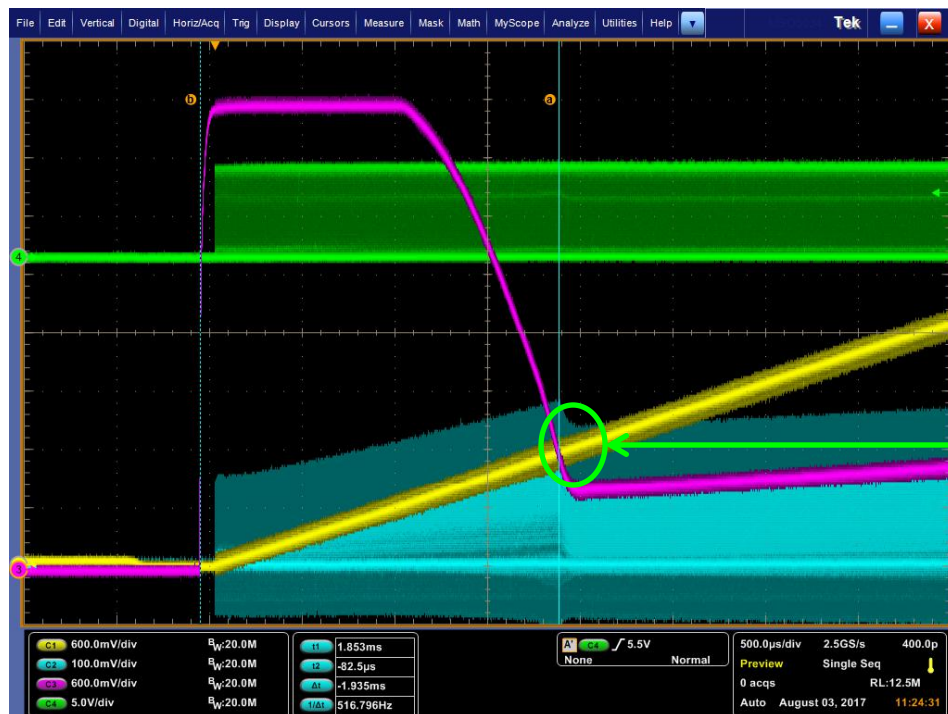


- 软启动引脚输入15 μA 电流到外部电容器，以提供应用软启动
- 软启动通过限制逐周期峰值电流来工作，直至控制回路工作



软启动波形

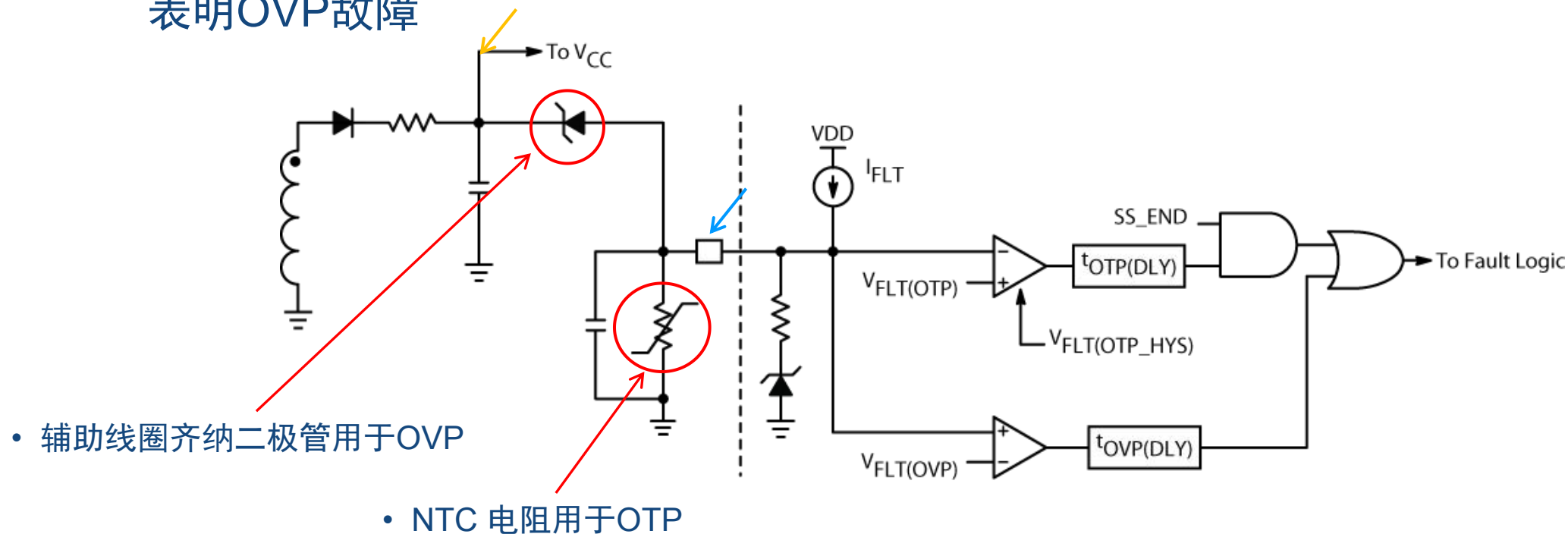
- 以下波形显示一个典型转换器的启动。软启动电压将控制DRV脉冲终止，而COMP电压最初为高压轨
- 一旦反馈回路控制，则由COMP电压接管DRV脉冲的控制



Ch. 1 (Yellow): SS
Ch. 2 (Blue): COMP
Ch. 3 (Purple): CS
Ch. 4 (Green): DRV

故障引脚实现 OTP 及OVP 特性

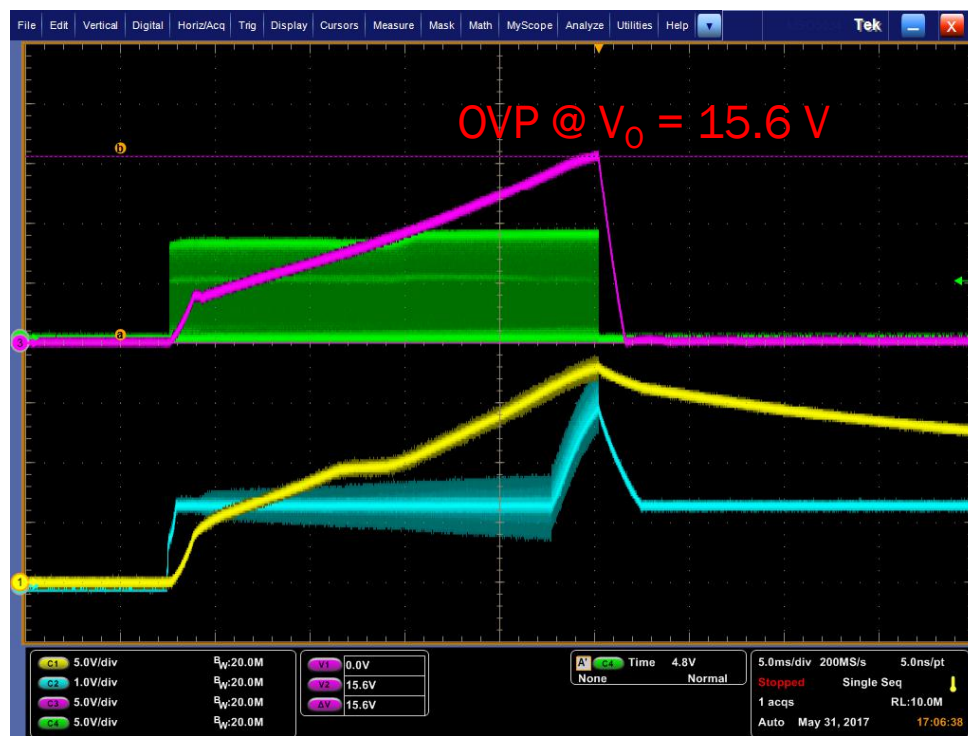
- 故障引脚架构含一个窗口比较器，提供易于设计的系统过温和输出过压保护。
- FLT 引脚输出精密的85 μA 电流源到外部下拉 NTC 电阻 $\rightarrow$ 专用的OTP 无需复杂的外部电路. 当 $V_{\text{FLT}} = 0.5 \text{ V}$ 器件停止开关，当 $V_{\text{FLT}} = 0.9 \text{ V}$ 恢复
- 辅助线圈的齐纳二极管提供初级端自动恢复输出OVP保护。当FLT引脚拉至3 V以上，表明OVP故障



故障引脚OVP

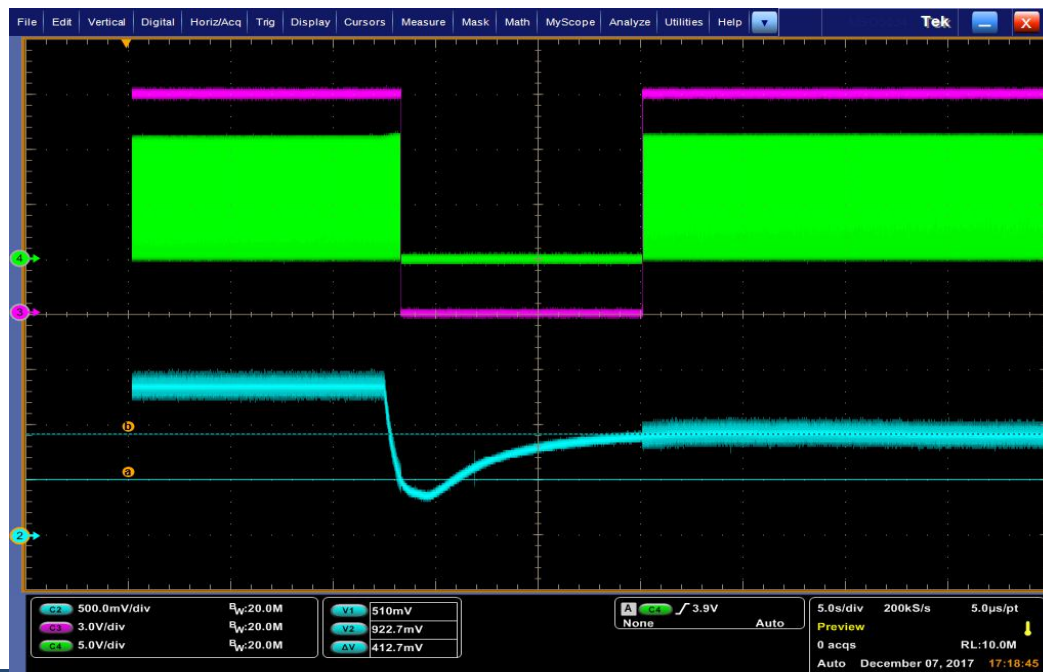
- OVP 故障可通过辅助线圈检测转换器输出过压
- 当 $V_{FLT} = 3\text{ V}$, 说明OVP 故障, DRV 脉冲被禁用
- 选择是自动恢复或闩锁. 在1 s AR期后启用DRV 脉冲

Ch. 1 (Yellow): AUX
Ch. 2 (Blue): FLT
Ch. 3 (Purple): V_o
Ch. 4 (Green): DRV



故障引脚OTP

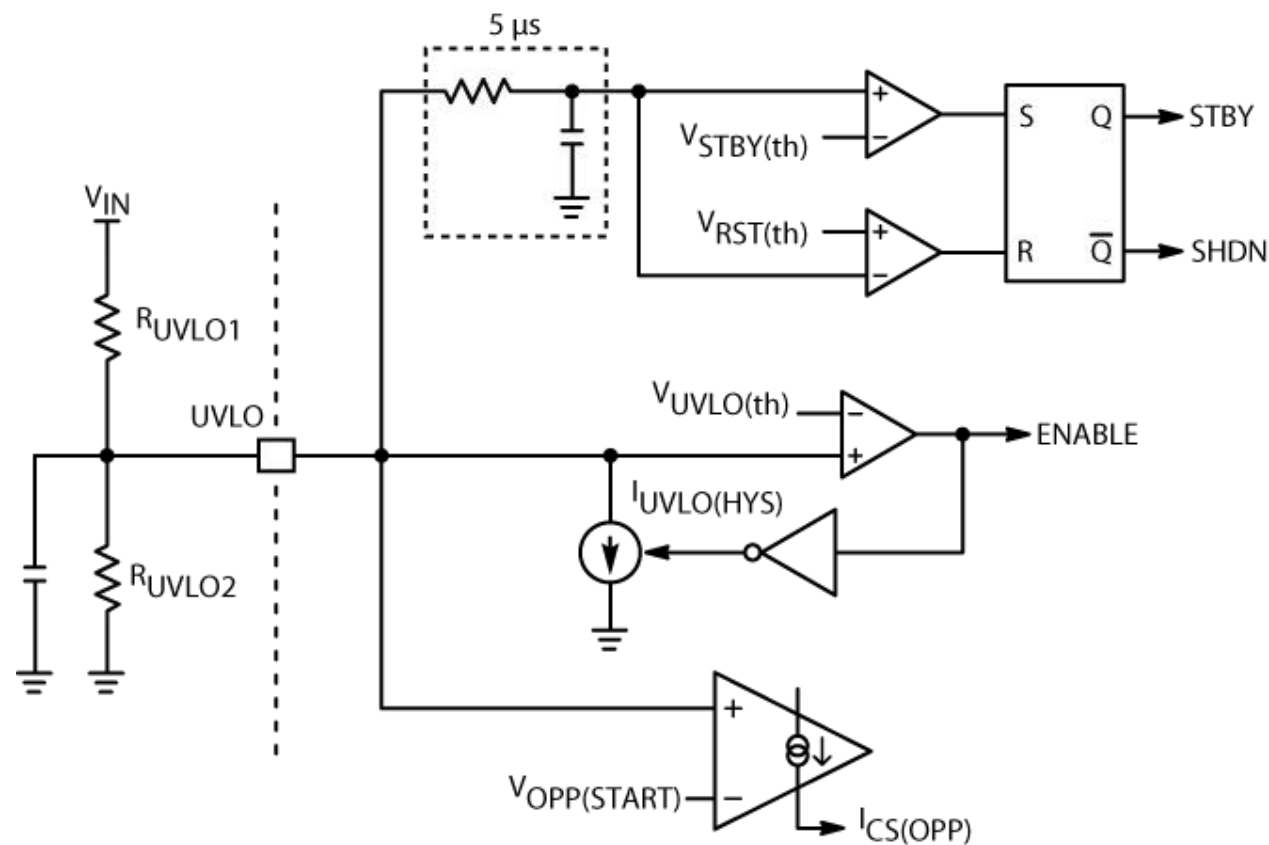
- 故障引脚输出精密的85 μ A 电流源, 能使用一个NTC 电阻为该转换器提供过热保护
- NTC 阻抗随温度升高而减小, 降低 FLT 引脚电压. 在 $V_{FLT} = 0.5$ V , 该器件禁用DRV 脉冲, 当 $V_{FLT} = 0.9$ V , 该器件将启用DRV 脉冲
- 自动重启是基于迟滞的, 允许系统有足够的时间进行热恢复



Ch. 2 (Blue): FLT
Ch. 3 (Purple): Vo
Ch. 4 (Green): DRV

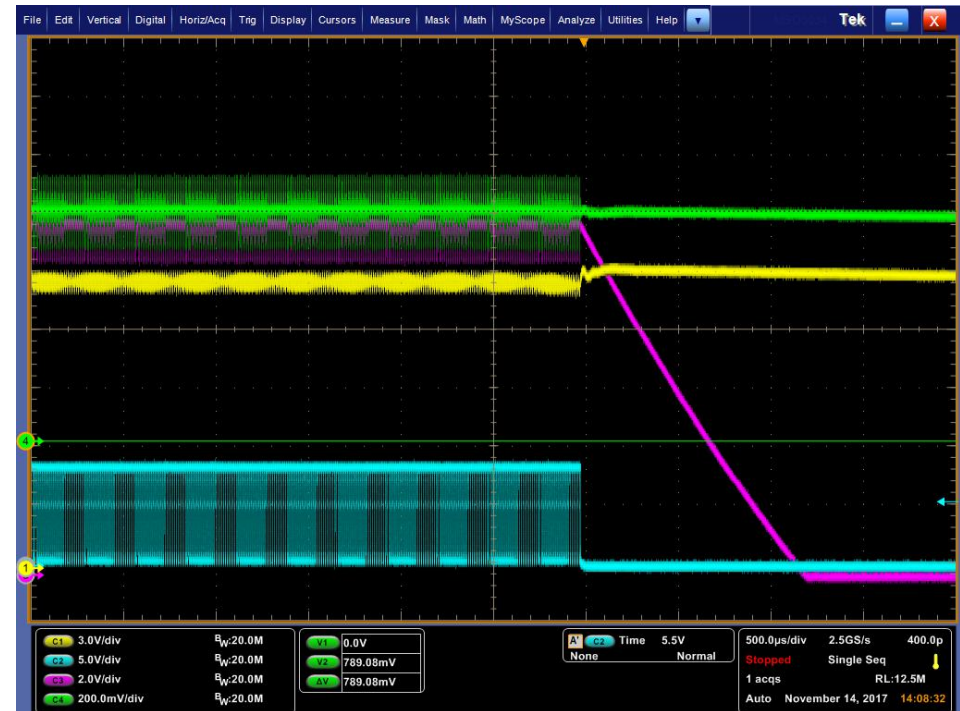
UVLO和过功率保护

- UVLO引脚提供了0.8 V的UVLO阈值和5 μ A延迟电流，供用户设置输入电压阈值用于禁用和启用应用
- UVLO引脚提供了0.45V的复位阈值，允许外部下拉复位并保持该器件处于低静态电流状态。在复位期间，消耗限制在50 μ A以内
- UVLO引脚还控制系统的过功率保护。该器件利用对线电压的直接检测，在CS引脚外提供电流源，有效地降低较高线电压下的峰值电流限值



UVLO波形

- 在上电和断电过渡期间UVLO电流的波形

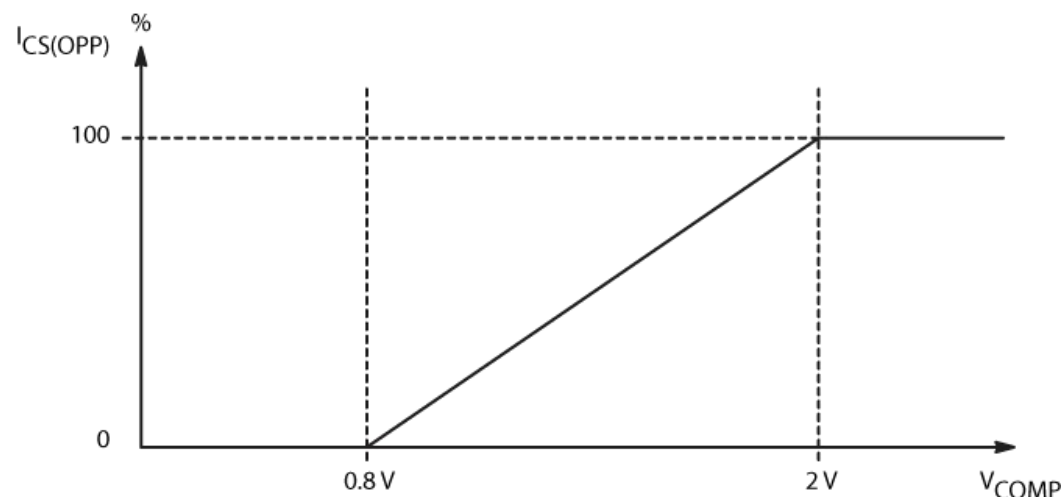
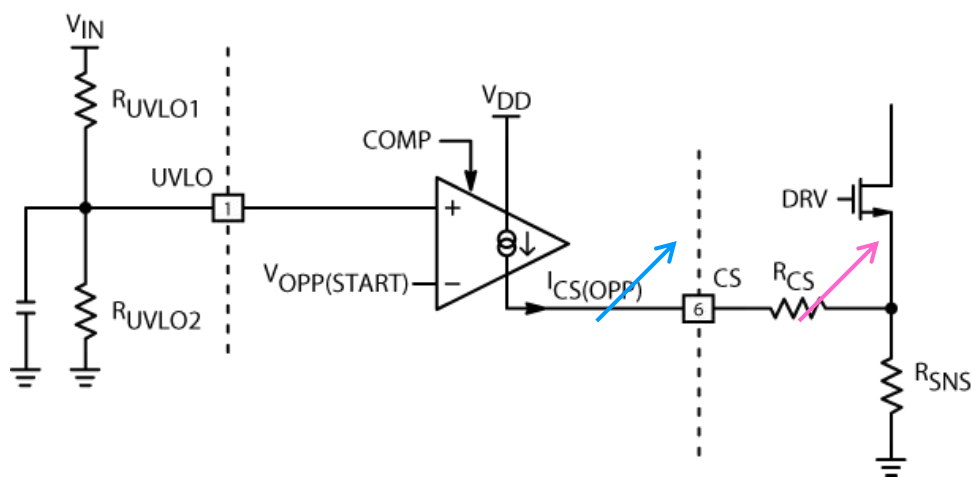


Ch. 1 (Yellow): VIN
Ch. 2 (Blue): DRV
Ch. 3 (Purple): Vo
Ch. 4 (Green): UVLO

过功率保护

- 过功率保护(OPP)方案在CS引脚外形成电流源，通过串联电阻 R_{CS} 有效地降低了较高线电压下的峰值电流限值
- CS引脚外输入的电流取决于线电压和负载。最大OPP电流由UVLO引脚电压通过跨导级 $G_{m(OPP)}$ 控制
- 从该引脚注入的电流在0到100%之间线性缩放，是负载的函数，由COMP引脚的电压控制

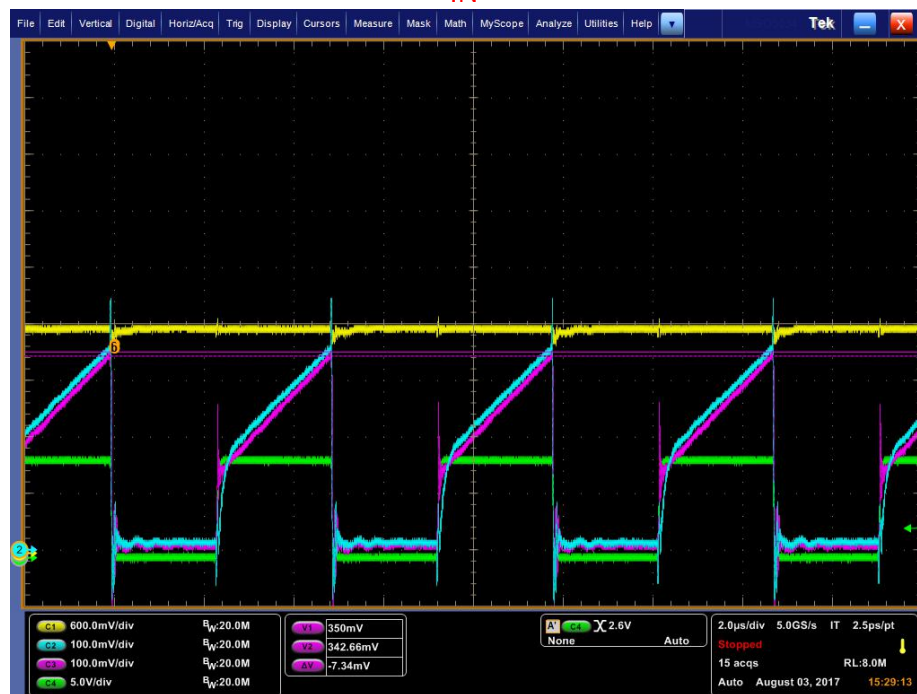
$$I_{CS(OPP)} = G_{m(OPP)} * (V_{UVLO} - V_{OPP(START)})$$



过功率保护

- 波形显示不同输入电压下的逐周期电流检测。蓝色波形是在控制器上测量的CS，紫色是在MOSFET上测量的CS
- 两个CS波形之间的电压差表示过功率保护方案增加的偏移量

24 V_{IN}

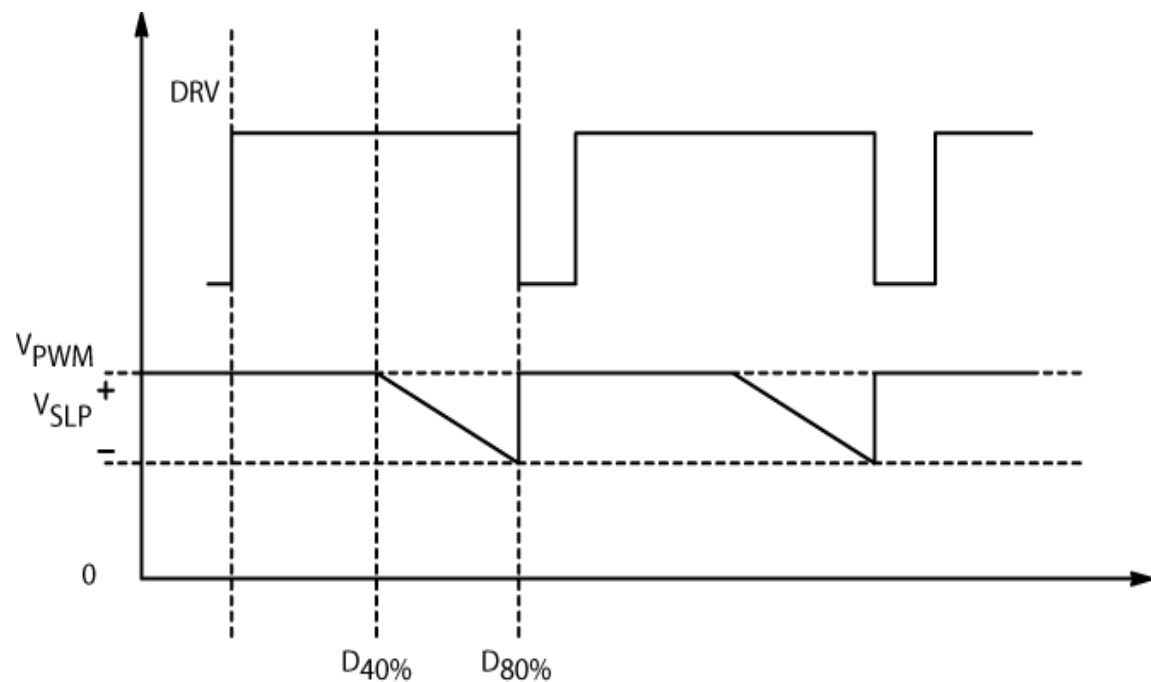
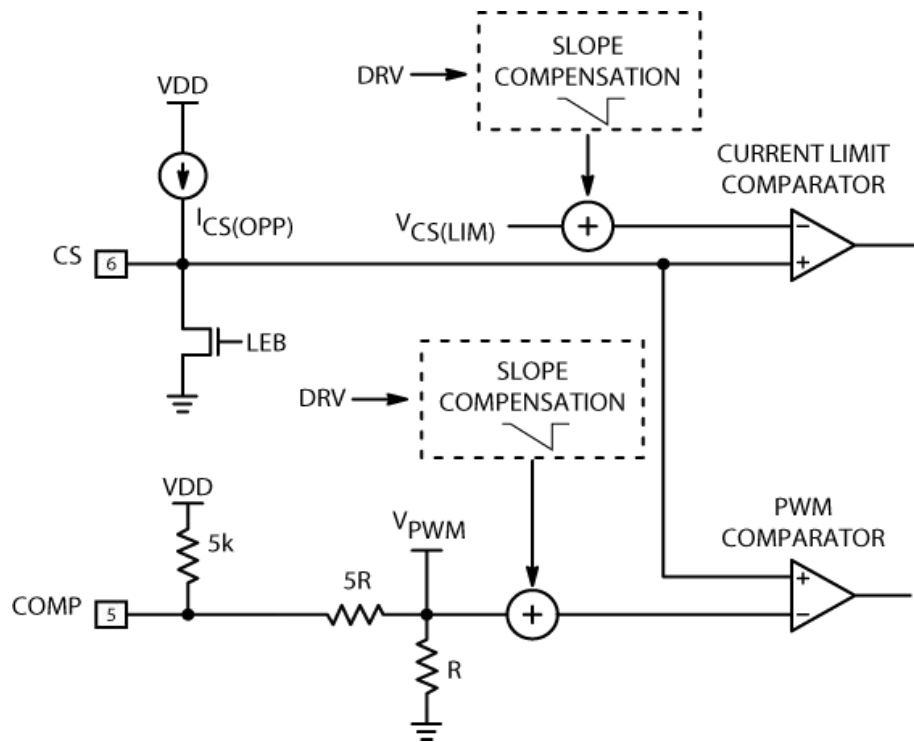


72 V_{IN}



斜率补偿

- NCP12700包括内部斜率补偿，以防止CCM峰值电流控制模式中的次谐波振荡
- 在PWM比较器和限流比较器的输入处注入补偿斜率，以防止次谐波振荡，无关驱动终止信号
- 数据表中指定的补偿斜率由峰值电压 V_{SLP} 从 V_{PWM} 或 $V_{CS(LIM)}$ 信号中减去



斜率补偿

- 下面为在不同的 V_{IN} 运行的波形
- 波形上的红线表示用于终止DRV脉冲的COMP信号的内部斜率补偿



Ch. 2 (Blue): CS @ IC
Ch. 3 (Purple): COMP
Ch. 4 (Green): DRV

斜率补偿

- 补偿斜率从40%的占空比开始，在80%的占空比达到峰值。补偿斜率的峰值基于占空比而定，支持补偿斜率自动适应转换器的开关频率
- 在数据表中列出了几个常见开关频率的补偿斜率(mV/μs)，如下表所示

F _{SW} (kHz)	T _{SW} (μs)	D = 40% (μs)	D = 80% (μs)	V _{SLP} (mV)	Ramp (mV/μs)
100	10.00	4.00	8.00	98	25
200	5.00	2.00	4.00	98	49
250	4.00	1.60	3.20	98	61
330	3.03	1.21	2.42	98	81
400	2.50	1.00	2.00	98	98
500	2.00	0.80	1.60	98	123

演示板

评估板#1

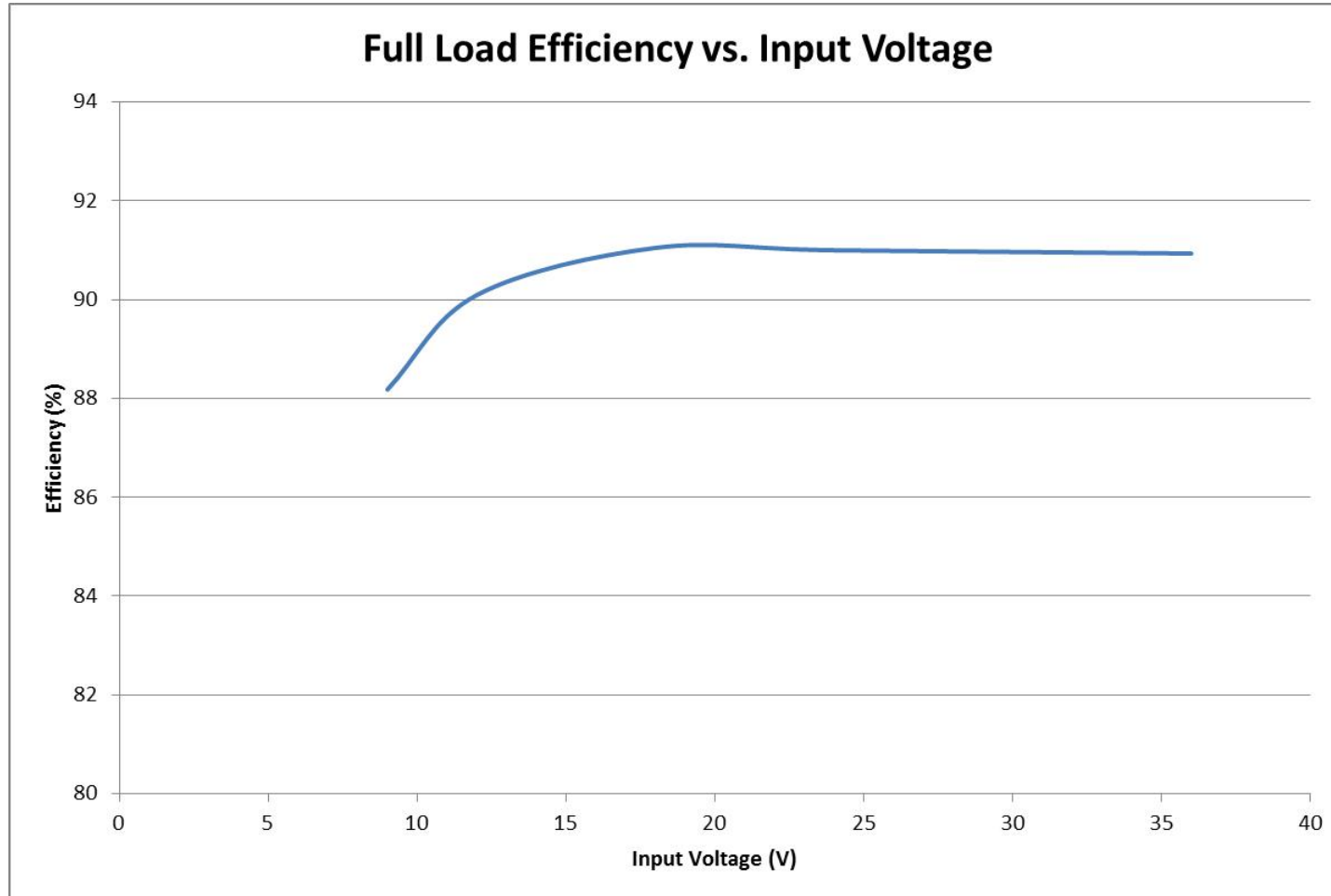
- 低压 4:1 输入电压范围
- 混合模式CCM/DCM
- $F_{sw} = 200 \text{ kHz}$
- 外部SHDN 接口
- 演示板约 70mm x 38 mm (2.75" x 1.5") ,
测试点和 I/O 连接器便于客户评估

	评估板# 1
Vin	9 - 36 V
Vo	12 V - 1.25 A
Po	15 W
	规格
启动时间	< 30 ms
满载能效	> 87 %
瞬态响应	< 250 μs
过功率保护	120 %- 150%
过压保护	最大16 VDC
空载输出纹波	最大200 mVpp
空载功耗	最大120 mW
SHDN输入电流	< 1 mA



满载能效

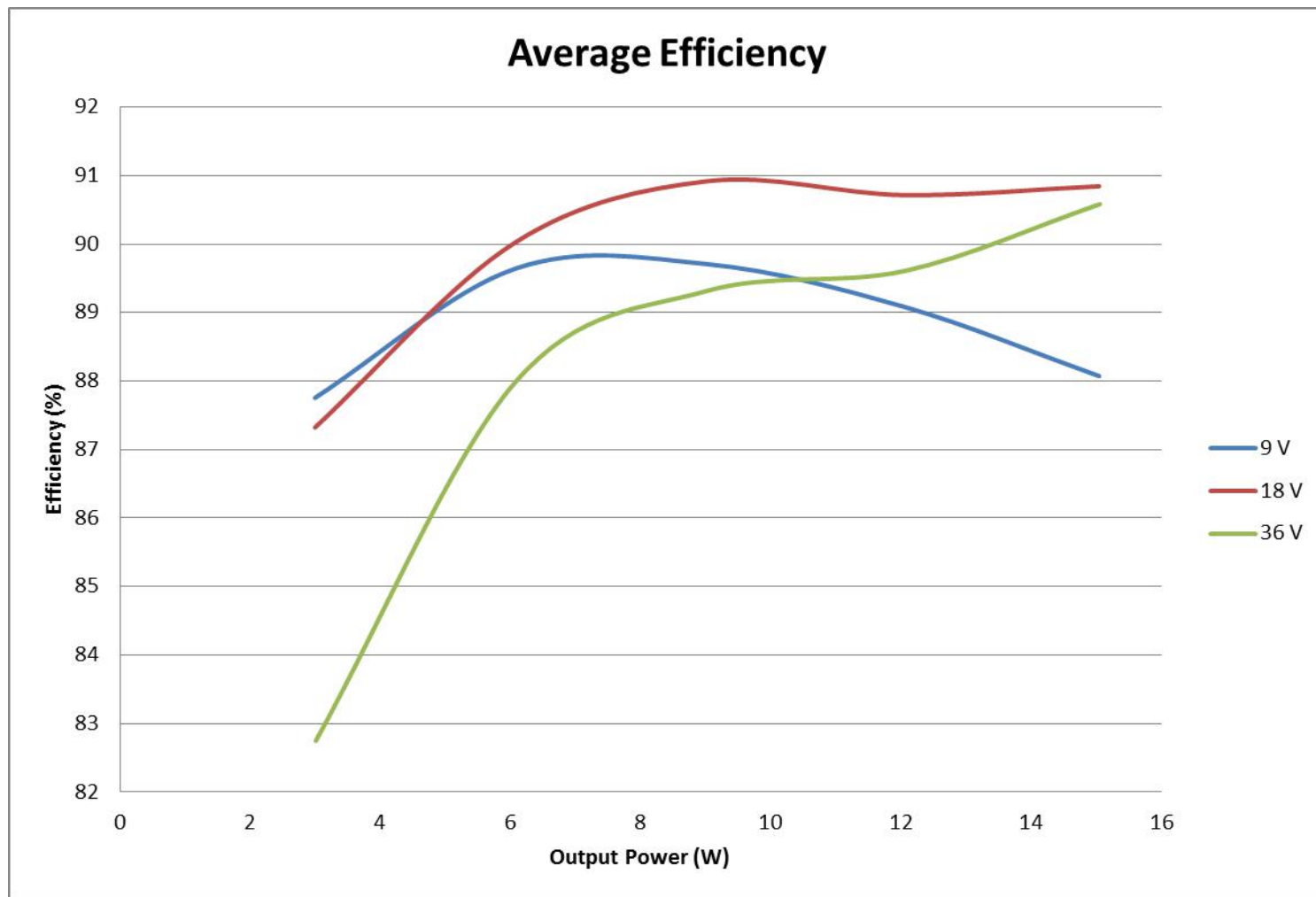
在整个输入电压范围的满载能效 > 88%



Vin (V)	Pin (W)	Po (W)	能效(%)
9	17.21	15.18	88.18
12	16.85	15.18	90.09
18	16.67	15.18	91.05
24	16.68	15.17	91.00
36	16.69	15.18	90.93

平均能效

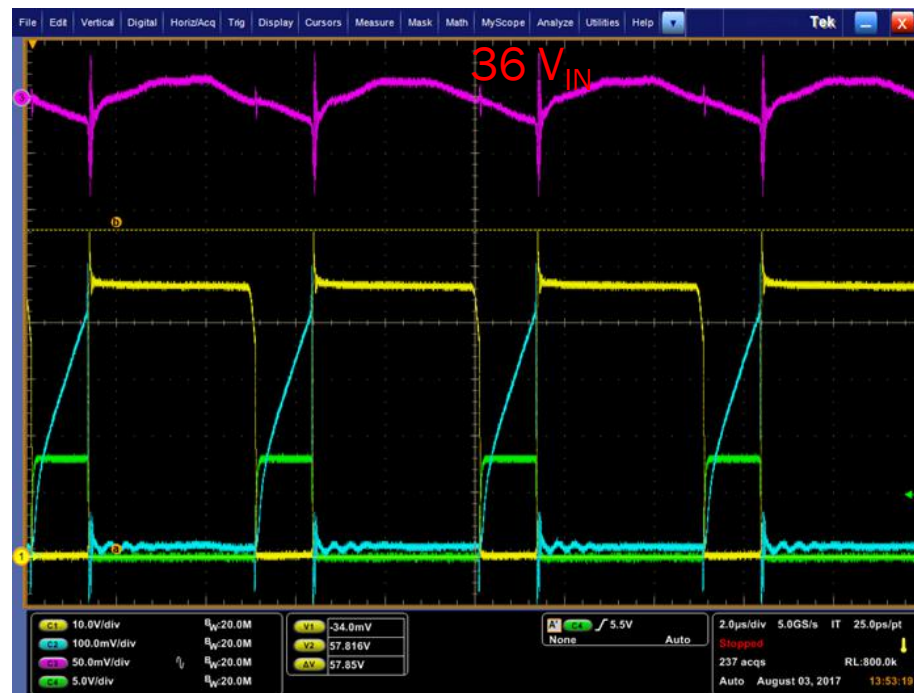
$V_{IN} = 9, 18, 36\text{ V}$ 的平均能效



Vin (V)	Pin (W)	Po (W)	能效(%)
9	17.08	15.04	88.07
9	13.53	12.05	89.09
9	10.06	9.02	89.71
9	6.78	6.08	89.64
9	3.41	3.00	87.76
18	16.56	15.04	90.85
18	13.28	12.05	90.72
18	9.92	9.02	90.92
18	6.75	6.08	90.03
18	3.43	3.00	87.32
36	16.62	15.06	90.58
36	13.46	12.06	89.61
36	10.10	9.02	89.32
36	6.90	6.08	87.99
36	3.64	3.01	82.75

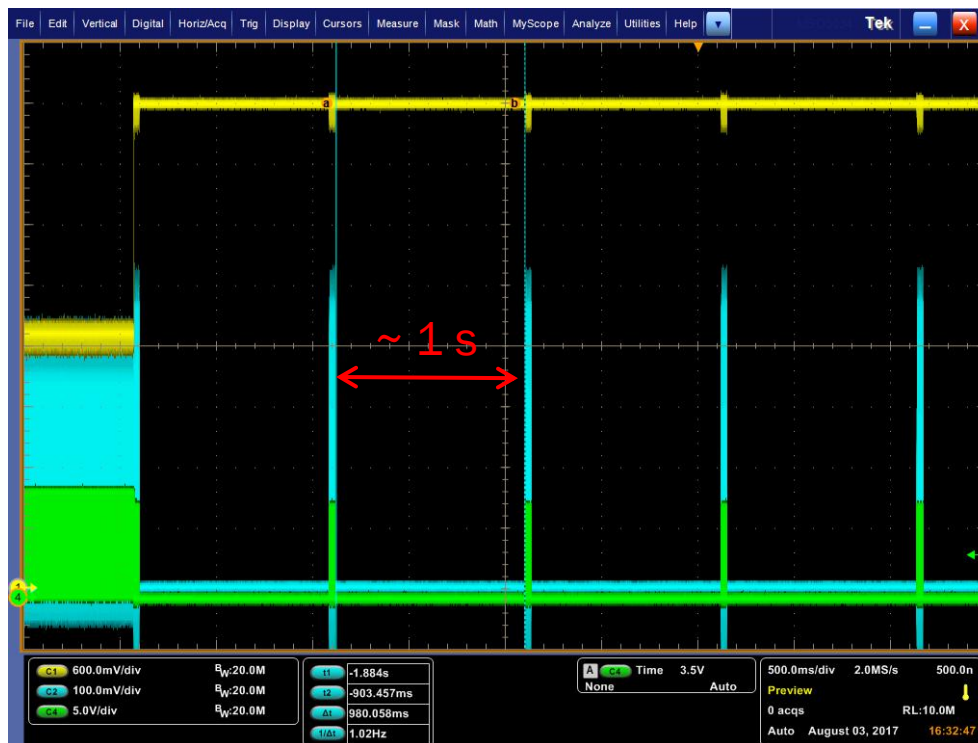
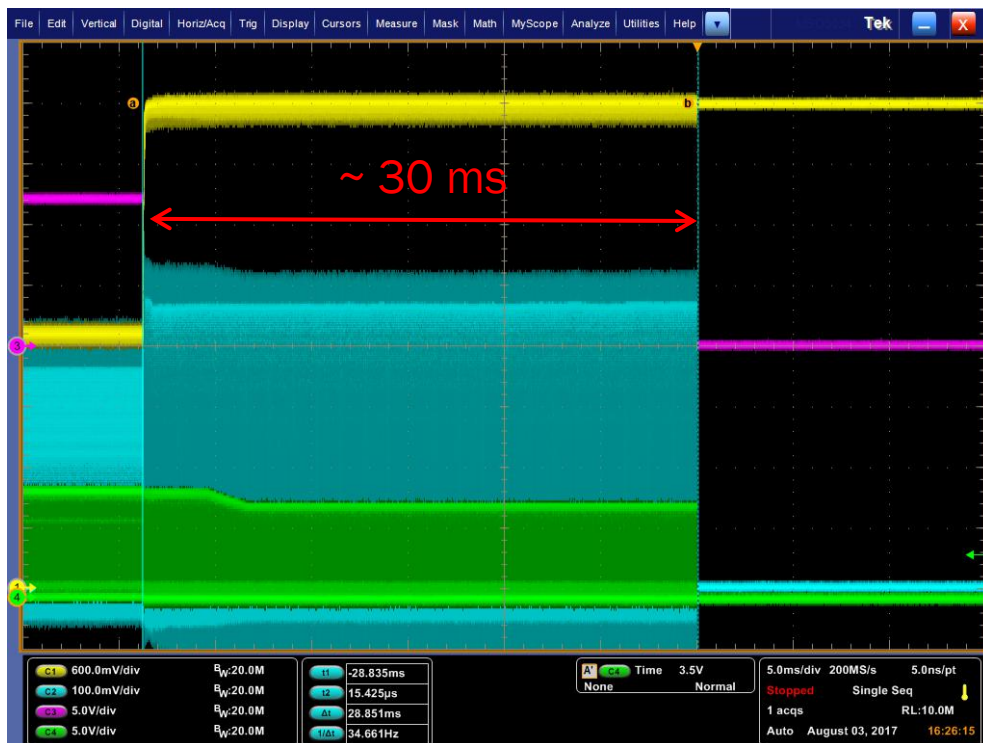
满载典型表现波形

- 9 & 36 V_{IN} 的满载波形，低 V_{IN} 时显示为CCM 模式，高 V_{IN} 时显示为DCM模式
- 在9 V_{IN} 时的最高占空比约 60%，无次谐波振荡
- 在36 V_{IN} 时的初级端开关峰值 < 60 V.
- 最大输出纹波约60 mVpp



过载/输出短路保护

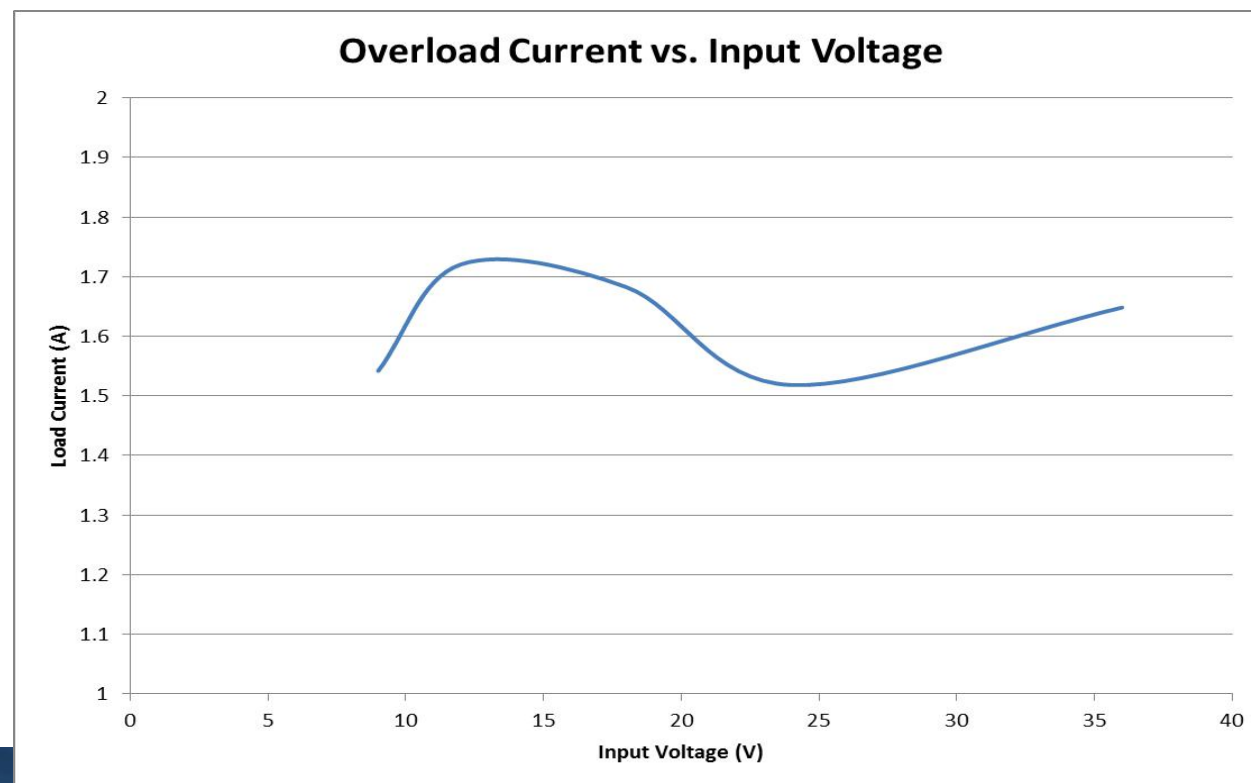
- 集成计时器持续30 ms后，器件开关被禁用，器件进入故障模式
- OVLD有1 s 自动恢复计时，然后启用一组新的驱动脉冲



Ch. 1 (Yellow): COMP
Ch. 2 (Blue): CS
Ch. 3 (Purple): Vo
Ch. 4 (Green): DRV

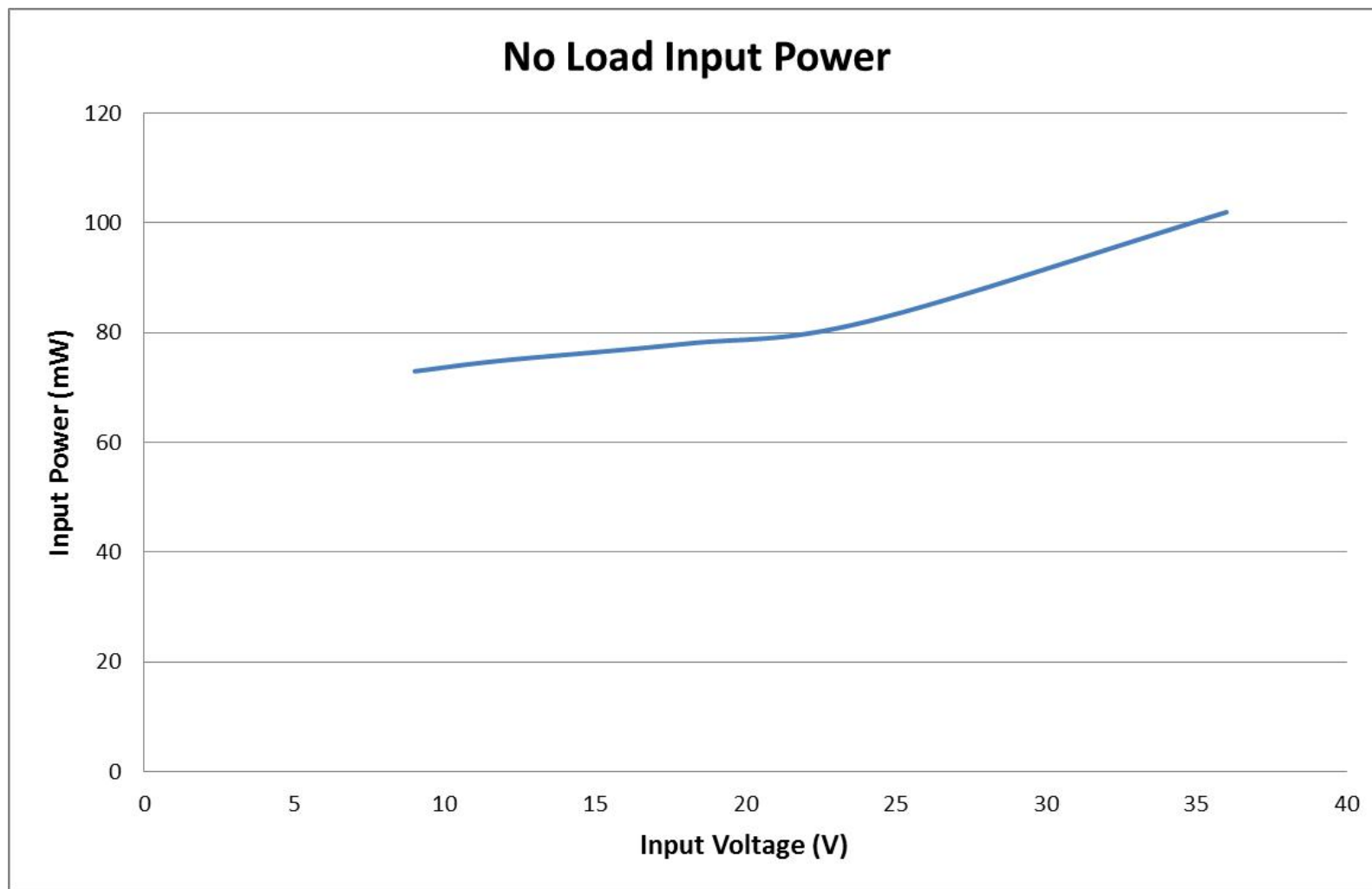
过功率保护

- 过载电流与输入线路电压的关系图
- 满载电流= 1.25 A, 在4:1输入电压范围的过载电流范围在 1.52 A 到1.72 A
 - 平均过载电流占满输入范围的20 – 40%
 - 过载保护可通过调节R9电阻值增大或减小



空载功耗

整个线性电压范围的空载功率 < 102 mW



Vin (V)	Pin (mW)
9	73
12	75
18	78
24	82
36	102

评估板#2

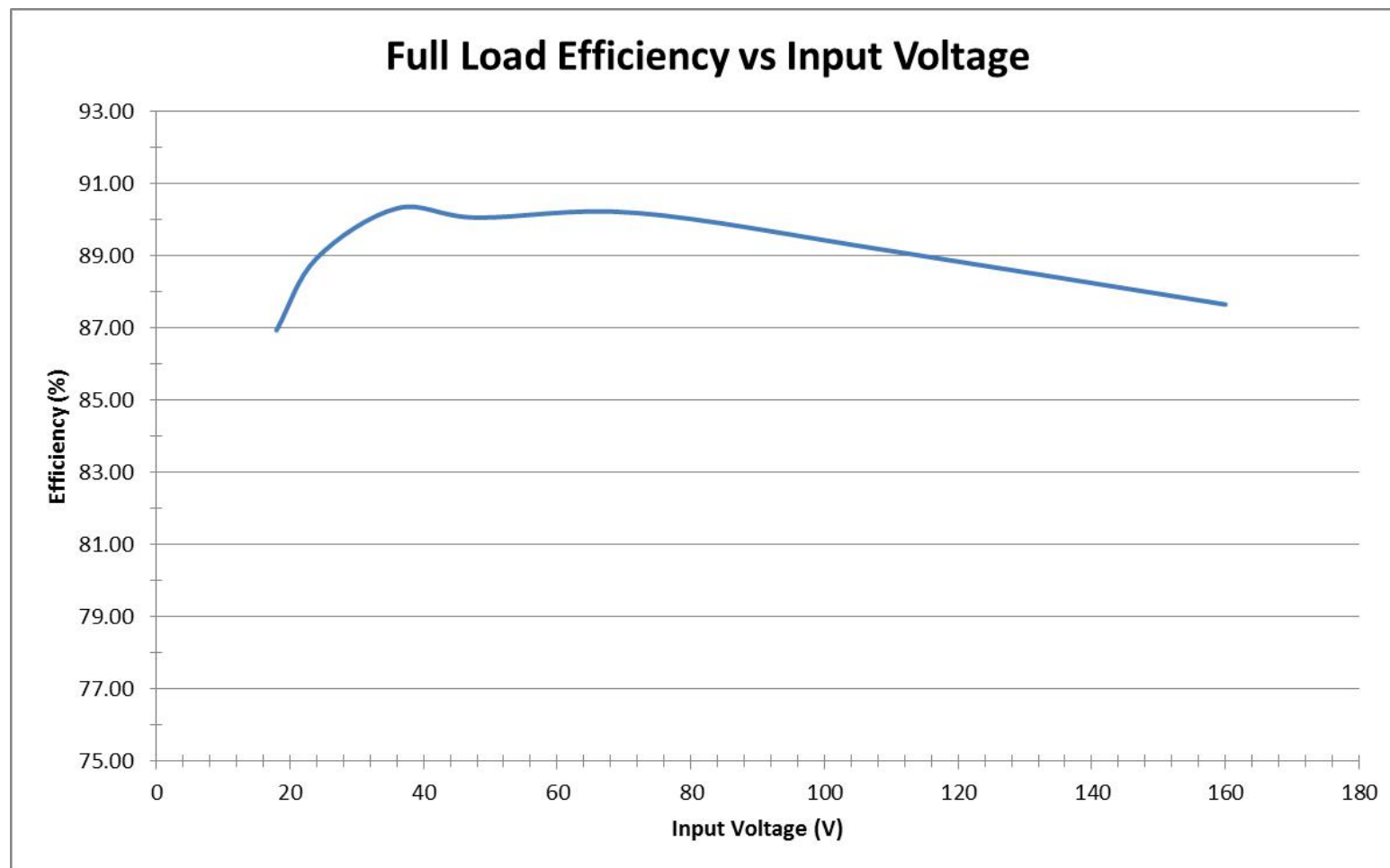
- 9:1 输入电压范围
- DCM 模式
- 同步整流(NCP4308 + FDMS86202)
- $F_{SW} = 100\text{ kHz}$
- 外部SHDN 接口
- 演示板约63.5mm x 32 mm (2.5" x 1.25")，测试点和 I/O 连接器便于客户评估

	评估板# 2
Vin	18 - 160 V
Vo	12 V - 1.25 A
Po	15 W
	规格
启动时间	< 20 ms
满载能效	> 85 %
瞬态响应	< 250 μ s
过功率保护	115 %- 155%
过压保护	最大16 VDC
空载输出纹波	最大150 mVpp
空载功耗	最大500 mW
SHDN输入电流	< 1 mA



满载能效

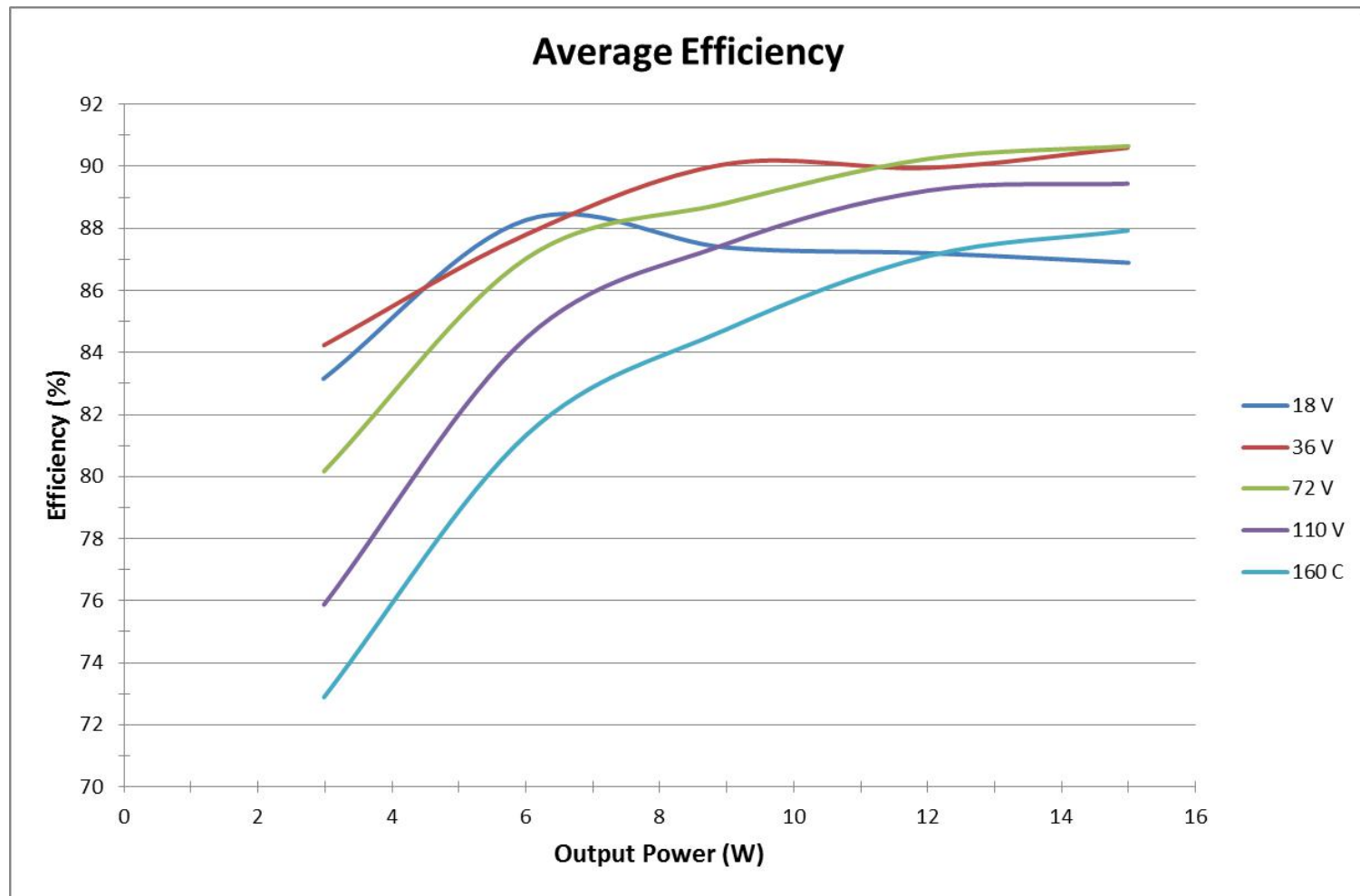
在整个输入电压范围的满载能效 > 86%



Vin (V)	Pin (W)	Po (W)	能效(%)
18	17.25	15.00	86.94
24	16.85	14.99	88.93
36	16.60	14.99	90.31
48	16.65	15.00	90.06
72	16.63	15.00	90.19
110	16.83	15.00	89.13
160	17.12	15.00	87.65

平均能效

在 $V_{IN} = 18, 36, 72, 110, 160$ V的平均能效

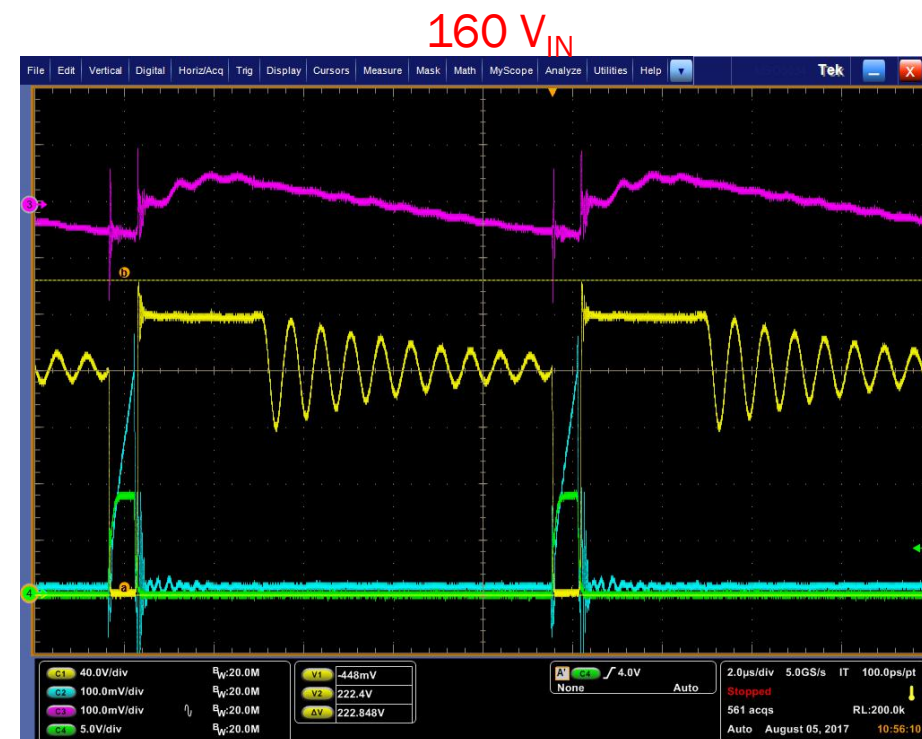
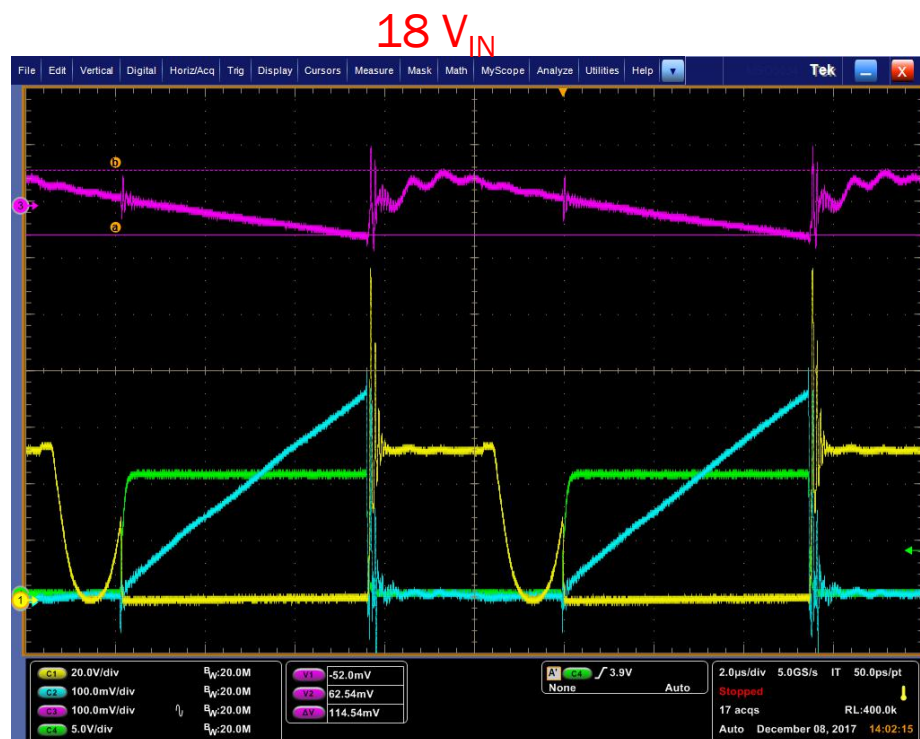


Vin	Pin (W)	Po (W)	能效(%)
18	17.26	15.00	86.89
18	13.77	12.01	87.20
18	10.30	9.00	87.38
18	6.80	6.00	88.27
18	3.58	2.98	83.15
36	16.54	14.99	90.60
36	13.35	12.00	89.95
36	9.98	8.98	90.07
36	6.84	6.00	87.80
36	3.54	2.98	84.23
72	16.55	15.00	90.65
72	13.30	12.00	90.24
72	10.12	8.99	88.81
72	6.90	6.00	87.03
72	3.72	2.98	80.17
110	16.76	14.99	89.44
110	13.46	12.01	89.22
110	10.27	8.99	87.49
110	7.11	6.00	84.47
110	3.93	2.98	75.87
160	17.05	14.99	87.93
160	13.78	12.01	87.11
160	10.61	8.99	84.74
160	7.38	6.01	81.34
160	4.10	2.99	72.89

满载典型表现波形

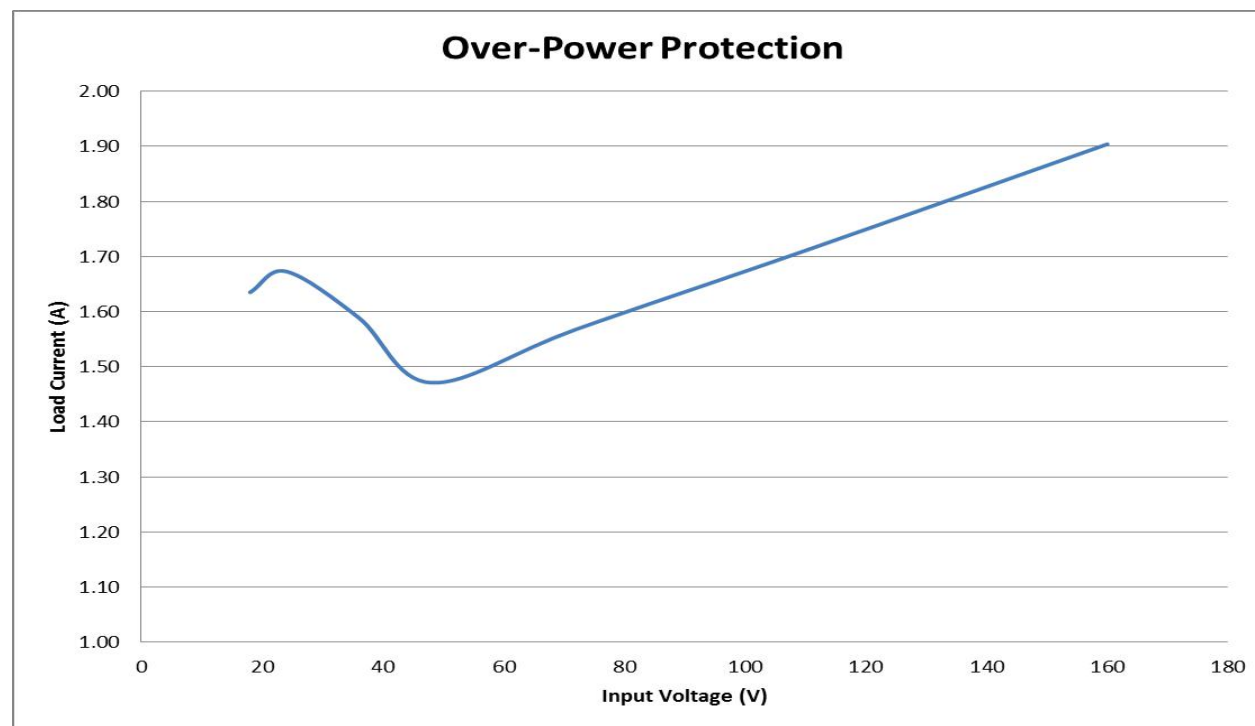
- 18 & 160 V_{IN} 的满载波形显示为DCM 模式
- 在18 V_{IN} 时，占空比60%. 在160 V_{IN} 时，占空比5%. DCM 模式利用器件的整个占空比范围来支持宽输入能力
- 输出电压纹波在输入电压工作范围内为115 mVpp

Ch. 1 (Yellow): Drain
Ch. 2 (Blue): CS
Ch. 3 (Purple): Vo (ac coupled)
Ch. 4 (Green): DRV



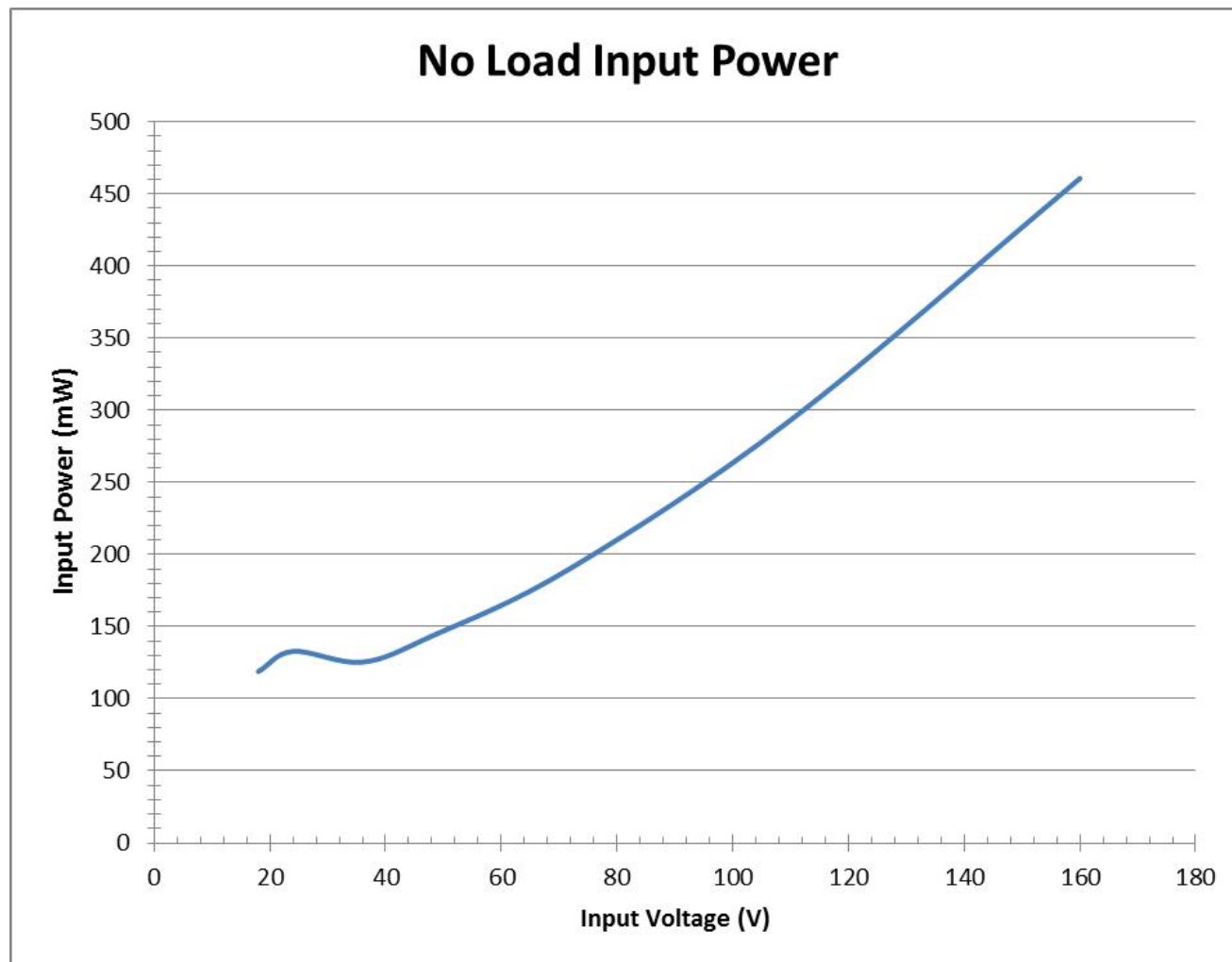
过功率保护

- 过载电流与输入线路电压的关系图.
- 满载电流= 1.25 A, 整个输入电压范围的过载电流范围在 1.48 A 到1.9 A
 - 过载保护占满载的18%至53%。
 - 过载保护可通过调节R9电阻值增大或减小



空载功耗

低于110 V_{IN}时的空载功耗 < 300 mW



Vin (V)	Pin (mW)
18	118.83
24	132.90
36	125.39
48	143.45
72	190.53
110	293.20
160	460.80

总结

NCP12700 具有

- 超高电压启动
- 专有的OTP & OVP 接口
- 断续模式OCP & 短路保护
- 内置斜率补偿
- 轻载跳周期

采用极小的3x3 MSOP-10/ 3x4 QFN 封装

→ 中小功率高密度隔离型DC-DC电源模块PWM控制器的最佳选择

谢谢！

有关安森美半导体NCP12700的更多信息，
请访问网站：www.onsemi.cn

详细信息请联系您的销售代表或授权代理商
关注“安森美半导体”官方微信平台

