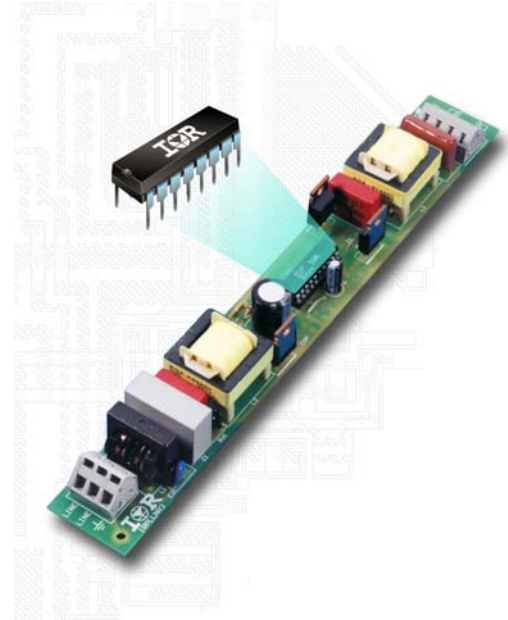


IRPLLNR5: 应用 IRS2168D 的宽输入

电压范围的荧光灯镇流器参考设计

特点

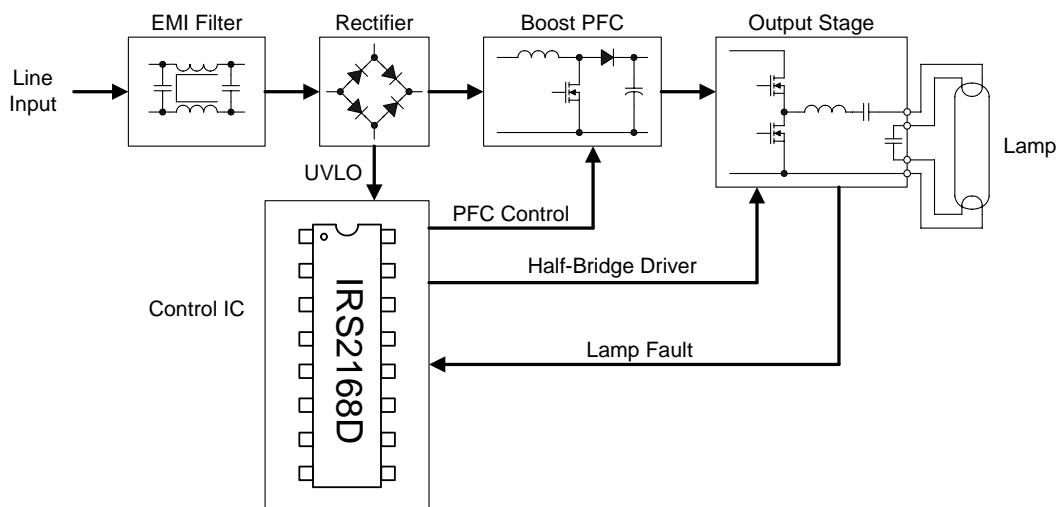
- 驱动 1 x 54W TL5 荧光灯
- 输入电压: 80~305Vac
- 高功率因数/低 THD
- 高频工作
- 灯丝预热
- 灯故障保护并可自动重启
- 交流线电压过低保护
- 灯寿命结束时关断保护
- **IRS2168D** 高压集成电路镇流器控制器



概述

IRPLLNR5 演示板是一个高效、高功率因数固定输出的电子镇流器，设计应用于快速启动类型的荧光灯。该设计包含一个 EMI 滤波器、有源功率因数校正和应用 IRS2168D(S)PbF 的镇流器控制电路。此演示板旨在简化 IRS2168D 的评估，示范 PCB 设计技巧以及在已有的镇流器产品中推广 IRS2168D 作为有益的帮助。

镇流器框图



电器特性

参数	单位	数值
灯类型		54W TL5
输入功率	[W]	54
灯运行电压	[Vpp]	400
运行模式频率	[kHz]	50
预热模式频率	[kHz]	85
预热时间	[sec]	1.0
灯预热电压	[Vpp]	500
灯触发电压	[KVpp]	2.0
输入交流电压范围	[VAC]	80-305VAC
功率因数		0.996 @ 120VAC 0.976 @ 220 VAC
总谐波失真	[%]	8.0 @ 120VAC 11.5 @ 220 VAC

故障保护特性

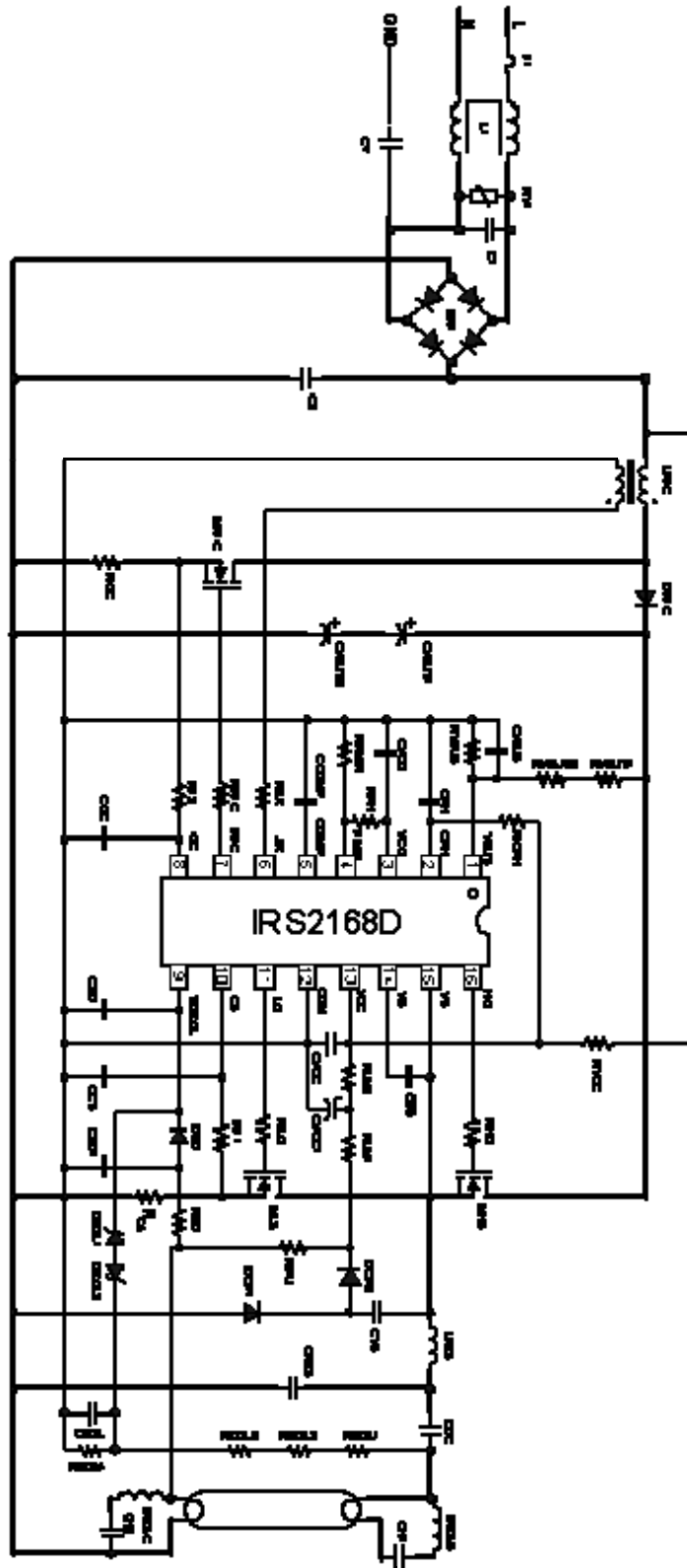
故障	镇流器	重新启动操作
低线电压	使无效	增加线电压
高端灯丝开路	使无效	更换灯
低段灯丝开路	使无效	更换灯
触发失败	使无效	更换灯
开路 (无灯)	使无效	更换灯
寿命终止	使无效	更换灯

功能描述

综述

IRPLLNR5 演示板包含了 EMI 滤波器、有源功率因数校正、镇流器控制和灯谐振输出级。功率因数校正是一个升压转换器，工作于临界导通模式 (critical conduction mode)，工作频率自由浮动。镇流器控制为传统的 RCL 灯谐振输出电路提供了频率调节控制并且很容易适应多种不同规格型号的灯。同时也为灯故障检测，关闭和重新启动提供了必要的线路。

原理图，IRS2168D，单灯，电压模式预热



电路板制作

- 1) 电路板尺寸: 长度=59 英寸, 宽度=1.195 英寸
- 2) 敷铜层数: 1 (底层)
- 3) 铜: 2oz
- 4) 电路板材料: FR-4
- 5) 通孔镀敷 没有
- 6) 焊盘镀敷: 有
- 7) 阻焊: 绿色 LP1 (只有底层)
- 8) 丝网层: 顶层和底层
- 9) 丝印颜色: 无导电白色环氧
- 10) Gerber 文件: IRPLLNR5.ZIP
- 11) Gerber 文件描述:
 - a) IRPLLNR5.apr 孔径
 - b) IRPLLNR5.DRL NC 孔
 - c) IRPLLNR5.DRR NC 孔
 - d) IRPLLNR5.GBL 底层
 - e) IRPLLNR5.GBO 底层丝印
 - f) IRPLLNR5.GBS 底层阻焊
 - g) IRPLLNR5.GD1 钻孔制图
 - h) IRPLLNR5.GG1 钻孔向
 - i) IRPLLNR5.GM1 机械层
 - j) IRPLLNR5.GTO 顶层丝印

原料单


灯型号: TL5/54W,输入线电压: 80-305VAC

注释: 不同型号的灯需要不同频率设计元件

Item	Qty	Manufacturer	Part Number	Description	Reference
1	1	Diodes Inc.	DF10S	Bridge Rectifier, 1A 1000V	BR1
2	1	Roederstein	WKP222MCPEJ0K	Capacitor, 2.2nF, 305VAC Y Cap	CY
3	1	Dale	CW-1/2	Resistor, 0.5Ohm, 1/2W	F1
4	1	Roederstein	F1772433-2200	Capacitor, 0.33uF, 275VAC	C1
5	1	Panasonic	ELF-15N007A	EMI Inductor, 1X10mH 0.7Apk	L1
6	1	Vishay Dale	MKP1841410634	Capacitor, 0.1uF 630 VDC	C2
7	1	Wima	MKP10-.1/400/10	Capacitor, 0.1uF 400	CDC
8	1	Panasonic	ERZ-V05D471	Transient Suppressor	RV1
9	1	VOGT	IL 060 320 41 01	PFC Inductor, 2.5mH, 2.5Apk	LPFC
10	2	Panasonic	EEU-EB2V330S	Capacitor, 33uF, 350VDC 105C	CBUS1, CBUS2
11	2	Panasonic	ECJ-3VB1E104K	Capacitor, 0.1uF SMT 1206	CBS, CVCC
12	2	Panasonic	ECU-V1H102JCH	Capacitor, 1nF SMT 1206	CSD, CEOL
13	3	Panasonic	ECJ-3YB1E105K	Capacitor, 1uF SMT 1206	CCOMP, CPH, CVCO
14	1	Panasonic	ECU-V1H103KBM	Capacitor, 0.01uF SMT 1206	CVBUS
15	1	Panasonic	ECJ-3VB1E334K	Capacitor, 0.33uF SMT 1206	CSD1
16	1	Panasonic	ECE-A1EKG100	Capacitor, 10uF 25VDC 105C	CVCC1

17	1	Johanson Dielectrics	102R29W102KV4E	Capacitor, 1nF 1KV SMT 1808	CVS
18	1	WIMA	FKP1-3300/2000/5	Capacitor, 3.3nF 2KV	CRES
19	2	Panasonic	ECU-V1H471KBM	Capacitor, 470pF SMT 1206	CCS, COC
20	2	Panasonic	ECQB1104JFW	Capacitor, 0.1uF 100V	CH1, CH2
21	1	Diodes Inc.	ZMM5240B-7	Diode, 10V Zener Minimelf 0.5W	DEOL1
22	1	Diodes Inc.	ZMM5232B-7	Diode, 5.6V Zener Minimelf 0.5W	DEOL2
23	1	Digi-key	MURS160DICT-ND	Diode, 1A 600V, SMT SMB	DPFC
24	3	Diodes	LL4148DICT-ND	Diode, 1N4148 SMT DL35	DCP1, DCP2, DSD
25	1	Tyco Electronics/Amp	2-641262-1	DIP 16 IC Socket Through-hole	IC1
26	1	International Rectifier	IRS2168D	IC, Ballast Driver / PFC	IC1
27	1	VOGT	IL 060 320 51 01	Resonant Inductor, 2mH, 2Apk	LRES
28	1	International Rectifier	IRFBC30A	Transistor, MOSFET	MPFC
29	2	International Rectifier	IRFB9N60A	Transistor, MOSFET	MHS, MLS
30	5	Panasonic	ERJ-8GEYJ120V	Resistor, 12 ohm SMT 1206	RPFC, RLO, RHO, RLM1, RLM2
31	1	Panasonic	ERJ-8GEYJ474V	Resistor, 470Kohm, SMT1206	RCPH
32	1	Phoenix Passive Components	5033ED220K0F12A F5	Resistor, 220K ohm 1/2 watt	RVCC
33	2	Panasonic	ERJ-8GEYJ684V	Resistor, 680K ohm SMT 1206	RVBUS1, RVBUS2
34	1	Panasonic	ERJ-8GEYJ333V	Resistor, 33K ohm SMT 1206	RZX
35	2	Panasonic	ERJ-8GEYJ102V	Resistor, 1K ohm SMT 1206	RF1, RF2
36	1	Vishay/Dale	RS01A1R500FS70	Resistor, 1.5 ohm, 1% 1 watt	RCS
37	1	Vishay/Dale	RS01AR5000FS70	Resistor, 0.5 ohm 1% 1 watt	ROC
38	1	Panasonic	ERJ-8ENF1132V	Resistor, 11.3K ohm 1% SMT 1206	RVBUS
39	1	Panasonic	ERJ-8GEYJ104V	Resistor, 100K ohm SMT 1206	RSD
40	4	Panasonic	ERJ-8GEYJ224V	Resistor, 220K ohm SMT 1206	REOL1, REOL2, REOL3, RPU
41	1	Panasonic	ERJ-8GEYJ203V	Resistor, 20K ohm 5% SMT 1206	REOL4
42	1	Panasonic	ERJ-8GEYJ393V	Resistor, 39K ohm 1% SMT 1206	RFMIN
43	1	Panasonic	ERJ-8GEYJ563V	Resistor, 56K ohm 1% SMT 1206	RPH
44	1	WAGO	235-203	Connector, 3 terminal	X1
45	1	WAGO	235-207	Connector, 4 terminal	X2

电感规格 (PFC 电感)



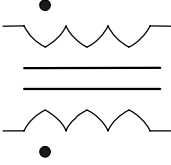
INDUCTOR SPECIFICATION

PART NO.: IL 060 320 41 01 REF DES: LPFC

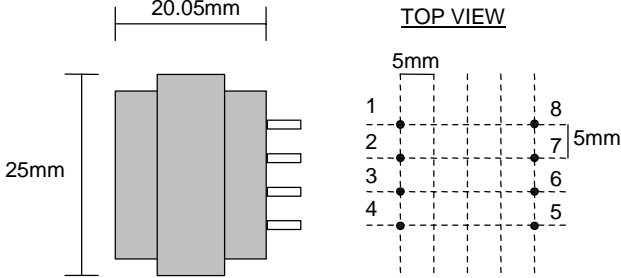
CORE SIZE	EVD25	GAP LENGTH	3.5	mm
BOBBIN	HORIZONTAL	PINS	8	
CORE MATERIAL	Fi 324 or equivalent			
NOMINAL INDUCTANCE	2.5	mH		
MAXIMUM CURRENT	2.5	A _{pk}		
MAXIMUM CORE TEMPERATURE	115	°C		

WINDING	START PIN	FINISH PIN	TURNS	WIRE DIAMETER (mm)
MAIN	1	7	263	4 strands of AWG 32
ZX	3	5	26	4 strands of AWG 32

ELECTRICAL



PHYSICAL LAYOUT




TEST (TEST FREQUENCY = 50kHz)

MAIN WINDING	MIN 2.375	mH	MAX 2.625	mH
MAIN WINDING	MAX 3.2	Ohms		

NOTE : Inductor must not saturate at maximum current and maximum core temperature at given test frequency.

电感规格（谐振电感）



INDUCTOR SPECIFICATION

PART NO.: IL 060 320 51 01 REF DES: LRES

CORE SIZE GAP LENGTH mm

BOBBIN PINS

CORE MATERIAL

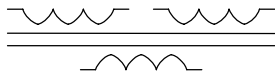
NOMINAL INDUCTANCE mH

MAXIMUM CURRENT Apk

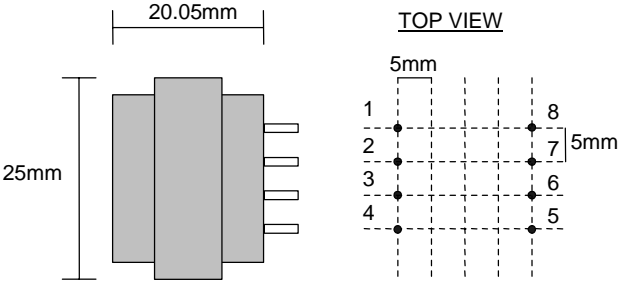
MAXIMUM CORE TEMPERATURE °C

WINDING	START PIN	FINISH PIN	TURNS	WIRE DIAMETER (mm)
MAIN	1	8	185	4 strands of AWG 32
CATHODE (1)	6	7	8	4 strands of AWG 32
CATHODE (2)	4	5	8	4 strands of AWG 32

ELECTRICAL



PHYSICAL LAYOUT



TEST (TEST FREQUENCY = 50kHz)

MAIN WINDING mH mH

MAIN WINDING Ohms

NOTE : Inductor must not saturate at maximum current and maximum core temperature at given test frequency.

演示板概述

这个演示板是为电压模式预热 TL5/54W 单灯设计的。由于他们的低外形和高 Lumen/Watt 输出，TL5 灯很流行。然而这些灯较难控制，是由于他们更高的点燃和运行电压。一个典型运用电流模式灯丝预热（灯丝处于 L-C 回路中）的镇流器输出平台将在运行过程中导致灯丝电流过大。因此输出平台被配置为电压模式灯丝预热，使用谐振电感 LRES 的二次绕阻。灯被放置在欠阻尼（under-damped）谐振回路外边，它包括 LRES 和 CRES。

在预热期间的灯丝加热可以随着 CH1 和 CH2 电容来调整。这结果是个更灵活的镇流器输出平台又可以满足灯所必要的要求。隔直电容 CDC 也被放置在欠阻尼谐振回路外边以致于它不影响 LRES 和 CRES 的固有谐振频率。缓冲电容器, CSNUB, 是作为减少 EMI 和给 IRS2168D 供电的充电泵。

IRS2168D 镇流器控制 IC 通常可设置镇流器工作点和保护镇流器不受各种条件的影响, 比如灯点火失败, 低直流母线或者在正常工作中的灯故障。它还被用作调节 DC 母线和功率因素校正, 可以获得高的功率因素以及镇流器 AC 输入电流的低谐波失真。

功率因素校正部分

包含于 IRS2168D 中的功率因素校正部分控制一个工作在临界导通模式的升压拓扑电路。设计这个拓扑用来提升和调整 DC 母线电压, 得到与交流输入电压同相的正弦电流 (低 THD)。功率因素校正部分也包括了升压 MOSFET 过流保护, 防止升压电感饱和时发生损坏 MOSFET。

镇流器控制部分

IRS2168D 镇流器控制 IC 的控制部分包括了一个振荡器, 一个高压半桥门极驱动器和灯故障保护电路。请参考 IC 数据表的方框图和状态图。下面是镇流器在工作过程中不同模式的分解说明。

启动模式

当开始给镇流器加电时, IRS2168D VCC 脚上的电压开始充电。IRS2168D 的电压来自自由 AC 整流后通过启动电阻 RSUPPLY 得来的电流。在最初启动过程中, 当 IRS2168D 的 VCC 电压低于正的欠压关闭阈值 (UVLO+) 时, IC 处于 UVLO 模式并从 VCC 上汲取微功率电流。IRS2168D 的微功率电流可以使用大阻值、低功率的启动电阻 (RSUPPLY) 来获得。当 IRS2168D 上的电压达到正的欠压关闭阈值 (12.5V), 门极驱动振荡器被激活 (假定没有故障情况) 并驱动半桥输出 MOSFETs (MHS 和 MLS)。当半桥振荡后, CSNUB 电容、DCP1 和 DCP2 二极管组成一个缓冲器充电泵电路它限制了半桥输出的升降时间, 也提供了把 CVCC2 电容充到 VCC 嵌位电压 (大概 15.6V) 的电流。当达到 IRS2168D 的正欠压关闭阈值, 功率因素控制输出也开始振荡并驱动 MOSFET MPFC 来提升和调节母线电压到 500VDC。

预热模式

当镇流器结束 UVLO 模式后, 预热模式开始。在这点上, IRS2168D 的镇流器控制振荡器开始运行并且半桥输出驱动着谐振负载 (灯) 电路。

有一个高于预热频率的起始频率会维持很短时间。这是为了确保振荡器启动时最初加在灯上的电压不超过最小点火电压。如果在半桥振荡器启动时, 加在灯上的电压足够高就会产生灯闪烁这样不希望出现的现象。这实际上灯是冷激发并会缩短灯的寿命。

IRS2168D 镇流器控制部分振荡器包含了一个内部的定时电容和一个外部的定时电阻 (RFMIN)。RFMIN 和 RPH 设定了一个电流, 它决定了内部定时电容的上升斜坡时间。预热频率由 RFMIN 和 RPH 并联等效电阻决定。选择预热频率使加在灯上的电压低于最小灯

点火电压，同时提供充足的电流来预热灯丝使其在预热模式时间里达到合适的发射温度。灯丝预热是用电压模式加热给灯丝加上恒定电压。图一中的波形显示了在正常预热、点火和运行模式过程中 CPH 电压和灯电压。图二显示了在预热模式过程中的半桥电压（VS 脚）。

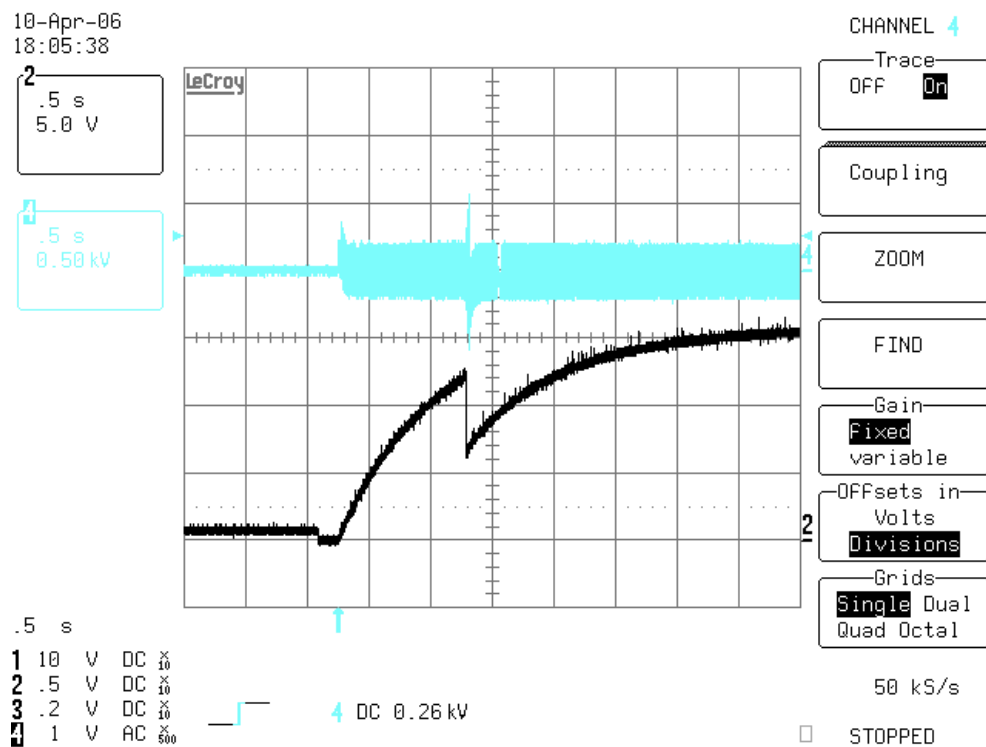


图 1：正常预热，点火和运行模式下的 CPH 电压（黑色）和灯电压（蓝色）

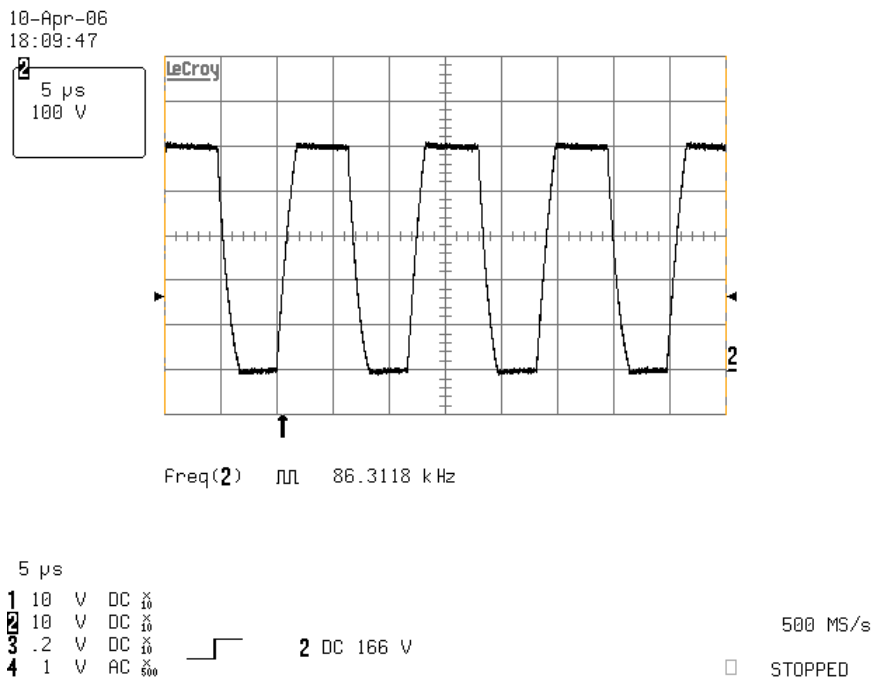


图 2：在预热模式下的半桥中点电压（VS 脚）

图 3 显示了镇流器正常预热，点火和运行模式时的半桥振荡器频率是时间函数

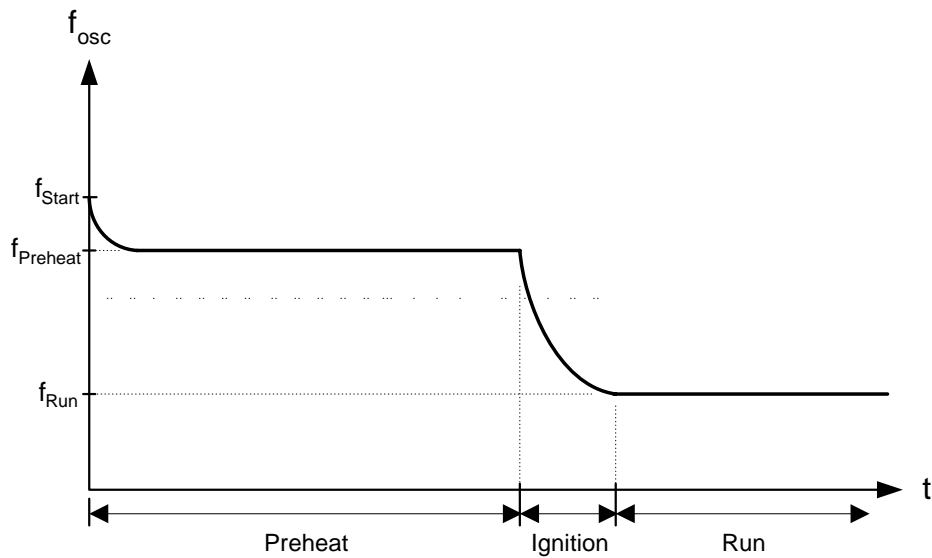


图 3：正常工作情况下振荡器频率和时间关系

预热期间，同时镇流器的所有工作模式都由 IRS2168D 的 CPH 脚上电压决定。在 UVLO 模式结束时，进入预热模式并且 IRS2168D 的 CPH 脚的外接电容开始通过从 CPH 到 VCC，的外部电阻 RCPH 进行充电。镇流器保持在预热模式直到 CPH 上的电压超过 $0.67 \cdot VCC$ 预热模式阈值，此时镇流器便进入点火模式。

点火模式

当 IC 进入点火模式，CPH 被很快的放电到 $0.33 \cdot VCC$ ，RPH 电阻通过一个内部 MOSFET 与 COM 断开。CPH 开始再次从 $0.33 \cdot VCC$ 充电并且频率开始下降到运行频率，其下降速率由 $RPH \cdot CVCO$ 决定。在频率下降过程中，灯两端的电压大小随着频率接近 LC 负载电路的谐振频率而增大，直到超过灯点火电压从而灯被点燃。产生的最大点火电压是由电阻 RCS 的值决定并且点火频率必须高于运行频率以致力于点火频率扫过谐振频率来保证灯点火。如果灯没有点燃，IRS2168D 的点火调节特点将会调整镇流器输出电压在点火模式期间为一个恒定电压（由 RCS 编程）为点火模式的持续。图 4 显示了在点火斜坡期间灯电压和灯未点燃情况下点火调节电压波形。

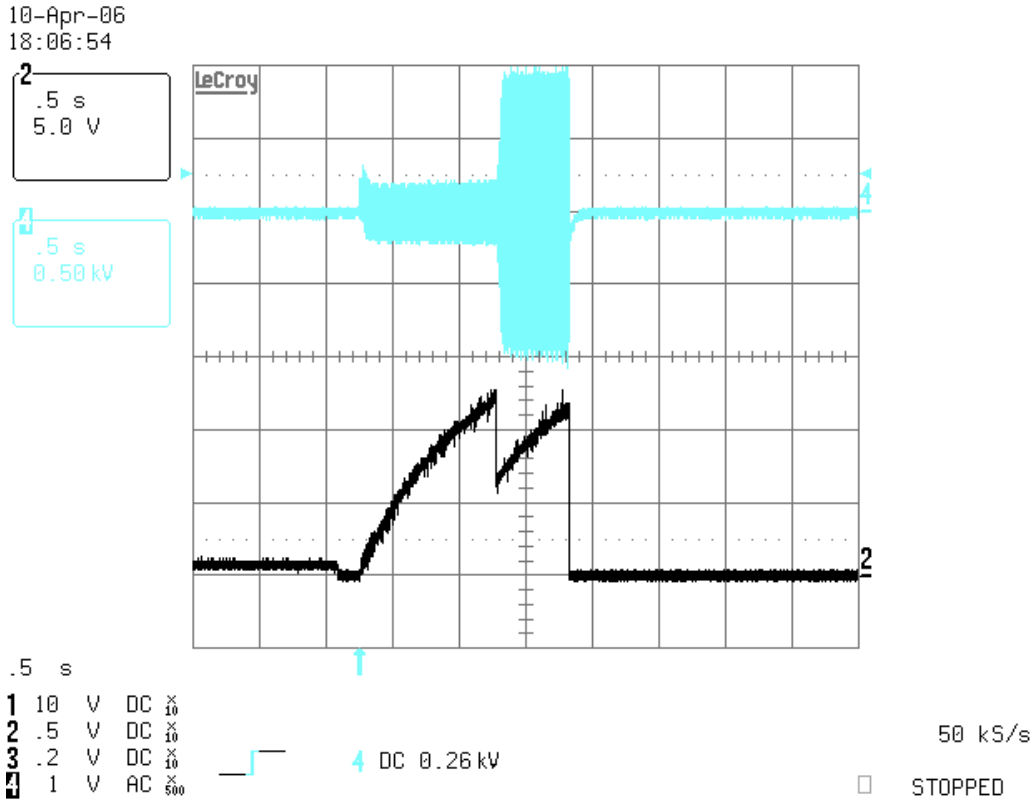


图 4：在灯未点燃故障状态下的 CPH 脚电压（黑色）和灯电压（蓝色）

在点火模式过程中，IRS2168D 的 CPH 脚电压继续上升直到 CPH 脚电压第二次超过 $0.67 \cdot V_{CC}$ ，IC 进入运行模式。由于点火调节特点，过流故障计算器在点火模式中便会失效，在运行模式下再次有效。在灯未点燃状态下，点火电压将会为点火模式的连续调节以及在运行模式下的非调节。这意味着点火电压在点火模式之后将会轻微的增长（当频率降低到运行频率时）直到故障计算器超出过流的 50 次循环和镇流器关闭。频率偏移量和引起的电压增长是由 CVCO 值决定的。SD 的 5V 关闭阈值在点火模式下无效，在运行模式开始再次有效。过流检测和关闭功能的详尽解释都在故障模式部分。

运行模式

在运行模式和灯成功点燃之后，镇流器频率是由 RFMIN 决定的最终运行频率。在 SD/EOL 脚的 1 V 和 3V 灯寿命终止比较器，SD/EOL 脚的 5V 非锁定关断门限和故障计数器在运行模式中均有效。在故障模式部分给出了过流检测和灯寿检测的功能描述。

在运行模式频率（图 5）下灯被驱动到灯管制造商推荐的额定灯功率。选择元器件值的灯谐振输出平台运行频率被定义为：

$$f_{run} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - 2\left(\frac{P_{Lamp}}{CV^2_{Lamp}}\right)^2} + \sqrt{\left[\frac{1}{LC} - 2\left(\frac{P_{Lamp}}{CV^2_{Lamp}}\right)^2\right]^2 - 4\frac{1 - \left(\frac{2V_{DCbus}}{V_{Lamp}\pi}\right)^2}{L^2 C^2}}$$

在这里:

L = 灯谐振电路电感 (LRES) (H)

C = 灯谐振电路电容 (CRES) (F)

P_{Lamp} = 灯运行功率 (W)

V_{Lamp} = 灯运行电压振幅 (V)

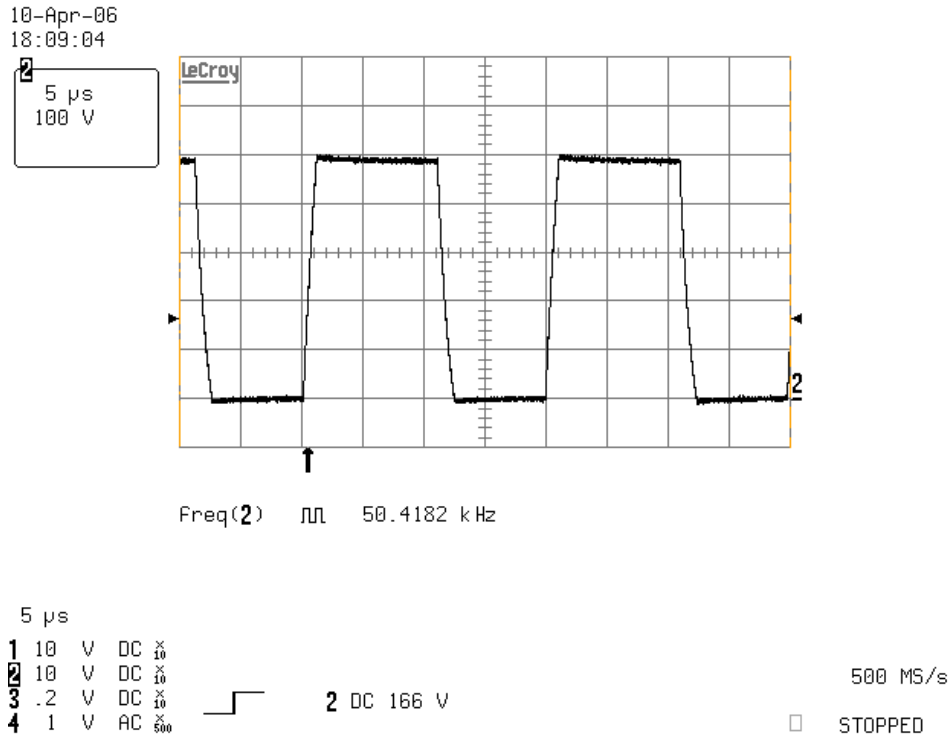


图 5：在运行模式下的半桥中点电压 (VS 脚)

正常功率降落

当 AC 线电压与镇流器断开时, 出现正常功率降落。在 IRS2168D 的 VBUS 上的电压会降低到低于 VBUS 的 3V 复位门限。这将会导致 VCC 被内部放电到 UVLO(10.5V)。IC 进入 UVLO 模式并且 PFC 和镇流器振荡器失效, PFC 和半桥驱动输出 (PFC,LO 和 HO) 关闭, IRS2168D 消耗微功率 VCC 电流。

灯移走和自动重启

RPU,RSD 电阻和 CSD1 电容组成了一个分压器 / 过滤器网络用来检测开路的下端灯丝或者更换灯的状态。在正常情况下, 加在 CSD1 上的电压降接近于零。然而, 如果下端灯丝开路或灯被移走, SD 上的电压增加到大约 5 V 门限并导致了 IC 关闭 (图 5)。镇流器保持关闭直到灯被替换。如果灯被一个带有完好的下端灯丝的灯替换, IRS2168D 上的 SD 脚

电压降回到低于 3V 门限，镇流器在预热模式下重新启动。镇流器将会通过预热，点火及运行模式每次重新启动都会生效。注意 IRS2168D 上的 SD 脚在预热和运行模式下激活并在点火模式下失效。

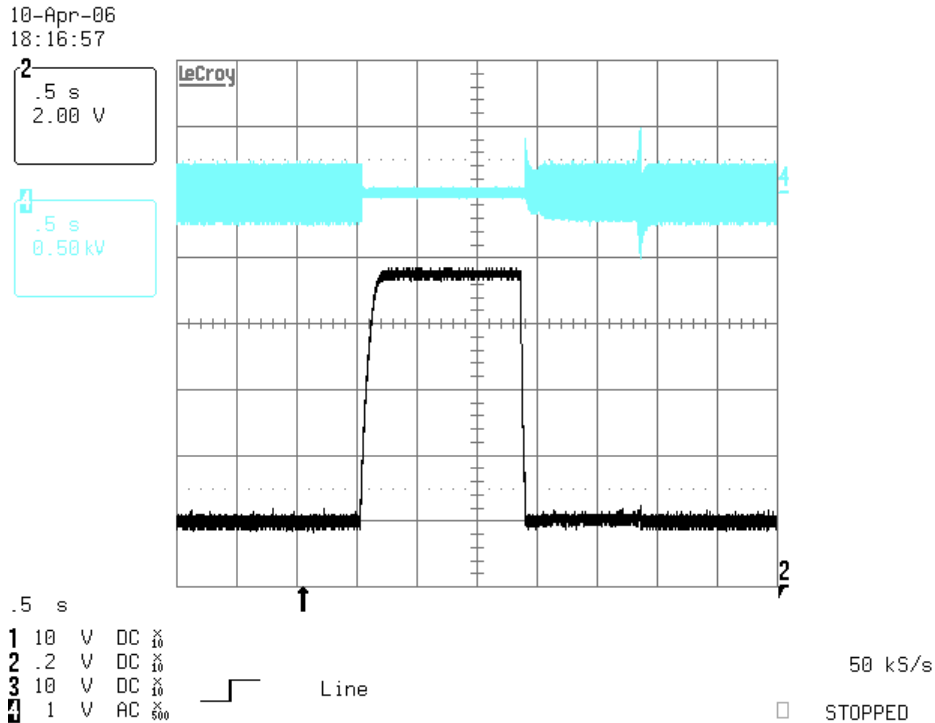


图 5：在灯替换和自动重新启动状态下的 SD 脚电压（黑色）和灯电压（蓝色）

故障模式

当在 CS 脚或者 SD/EOL 脚检测到故障时，IC 将会进入故障模式。在这期间，镇流器控制部分和 PFC 部分都关闭。DC 母线电压将降到无升压 AC 线电压。有几个灯故障条件可以导致 IC 进入故障模式。这些包括：在半桥中点的硬开关（开路），过流（未点燃），灯电压偏移（灯寿命终止）和灯移走（SD/EOL 脚）。在低端 MOSFET 源极端的 RCS 电阻是作为半桥的电流检测点，并用来检测硬开关或过流。当半桥振荡在正常工作过程中，低端 MOSFET、MLS 开通时，电阻 RCS 会出现一个电压降。电压大小直接和灯谐振电路里的电流有关。

如果在预热，运行模式中的任何时间，电阻 RCS 上的电压升高到过流门限（1.25V）50 次后，PFC 和半桥 MOSFETs (MPFC, MHS 和 MLS) 关闭，镇流器进入故障模式。在点火模式期间，过流保护失效，点火调节特点限制了流过谐振回路和半桥的最大电流。如果灯点火失败或灯坏了（一个阴极开路或破裂的灯）过流情况将会发生。如果阴极坏了（开路）半桥输出是硬开关。每次低端的 MOSFET (MLS) 开通时会产生一个大的电流脉冲，这样大电压脉冲通过 RCS 电阻给出了故障信号。镇流器将保持在错误模式直到复位 AC 线电压或替换灯。

在灯寿故障条件下，灯压可以不对称地升高或降低。加在灯丝上的过高电压可以使灯管末端达到足够高的温度使玻璃管融化。灯管然后可以从灯具中跌落，造成伤害或者损坏。为了保护不受这个情况的影响，电阻 REOL1, REOL2, REOL3, REOL4 以及齐纳二极管 DEOL1 和 DEOL2 是用来作灯寿命终止保护。在 SD/EOL 上的灯寿窗口比较器在运行模式有效。如

果在 SD/EOL 上的电压降到超出内部 1V—3V 窗口比较器范围, IC 就进入故障模式。SD/EOL 脚在内部是基于 2 V 伴有 $\pm 10\mu\text{A}$ 内部 OTA。选择 REOL4, DEOL1 和 DEOL2 的值以 SD/EOL 在正常操作下保持在 2V, 但在灯寿故障状态下增加到高于 3V 或降低到低于 1V。灯电压门限可以通过改变 REOL4 和齐纳二极管 DEOL1 和 DEOL2 的值来调节(典型门限值取高于正常灯电压的 30%)。

PFC 控制部分

IRS2168D 包括驱动升压功率因素校正 (PFC) 电路的控制电路。这对于产生和电源电压同相位的电源正弦输入电流以及包括最小的总谐波畸变 (THD) 都是必要的。用升压变换器来调节 DC 母线电压为一个恒定的直流电平是很方便的。用 5 个管脚来实现 PFC 控制。通过 VBUS 脚的电阻分压器检测直流母线电压。COMP 脚上的外接电容可以设置回路补偿速度。ZX 脚逐周期检测升压电感电流的过零点。PFC 脚提供升压 MOSFET 的门极驱动。逐周期过流保护是由 OC 脚实现的。下面的波形显示了 PFC 在 120VAC (图 6) 和 290VAC 交流输入时条件下的工作波形 (图 7)。

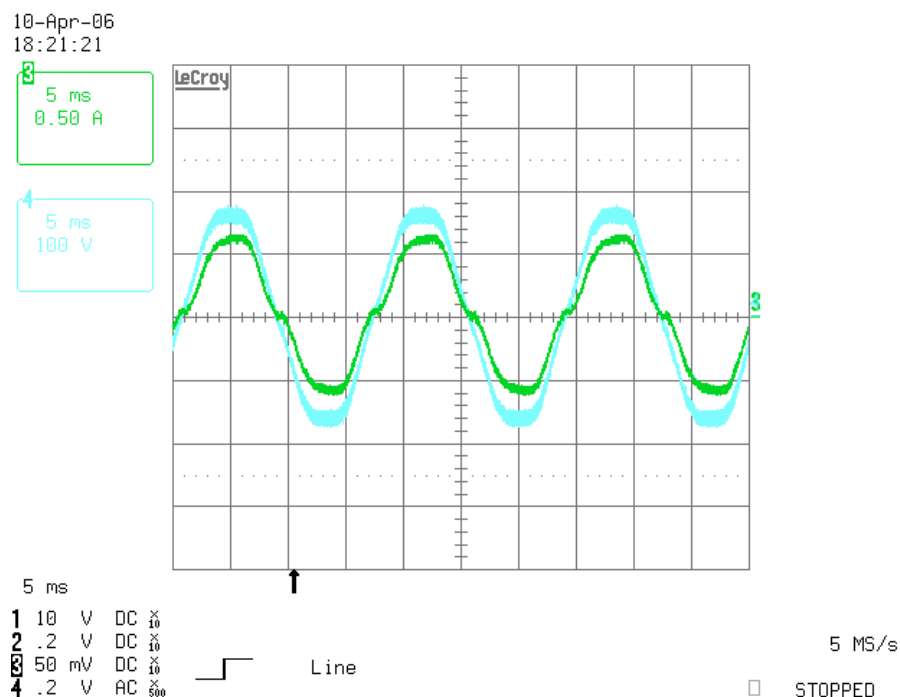


图 6：在 120VAC 下的 AC 输入电流（绿色）和 AC 输入电压（蓝色）

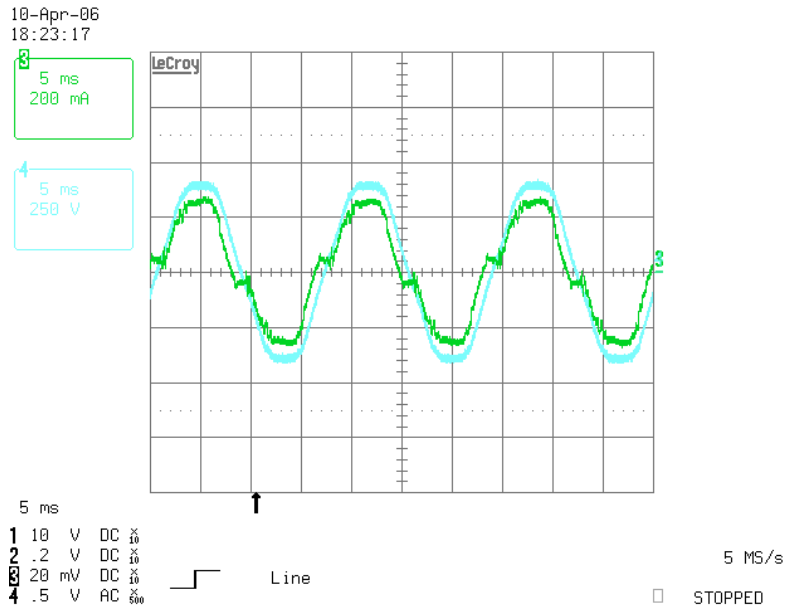


图 7：在 290VAC 下的 AC 输入电流（绿色）和 AC 输入电压（蓝色）

PFC 过流保护

PFC 部分包括了逐周期过流保护。OC 脚通过外接检测电阻 ROC 来检测流过 PFC MOSFET 的电流。通过电阻的电压应该超过内部门限 (1.25V), PFC MOSFET 将关闭限制瞬时电流, 并在 ZX 检测到电感电流的下一个过零点时将再次开通。例如在低线电压情况下发生过流现象 (图 8), 当 AC 线电压降低, PFC 电感器和 MOSFET 电流将升高来维持 DC 母线到给定的功率水平。当峰值电流达到过流门限, 逐周期电流限制将造成峰值 MOSFET 电流平坦并且 DC 母线电压开始下降。电流限制预防 PFC 电感电流的饱和和保护 PFC MOSFET 不被损坏是必要的。

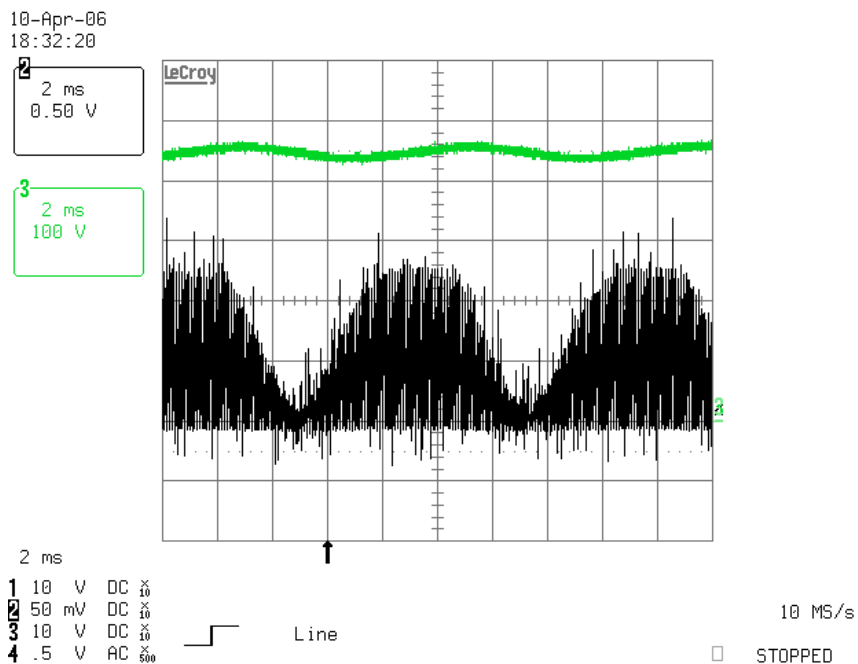


图 8：在低线电压情况下的 OC 脚电压（黑色）和 DC 母线电压（绿色）

暗光保护

IRS2168D 包括一个在 VBUS 脚上的欠压复位 (UVR) 功能。在电源输入电压瞬时中断直流母线电压跌落太多时, 镇流器应该正确的关闭和重启。这将预防灯熄灭, 并当电源电压返回时, 将正确地预热和重启灯。如果 VBUS 电压降低到低于 3V, PFC 和半桥门极驱动将关闭, VCC 会放电到 UVLO-。当电源电压再次达到足够高时, 镇流器会通过 RSUPPLY 电阻重启 (图 9)。

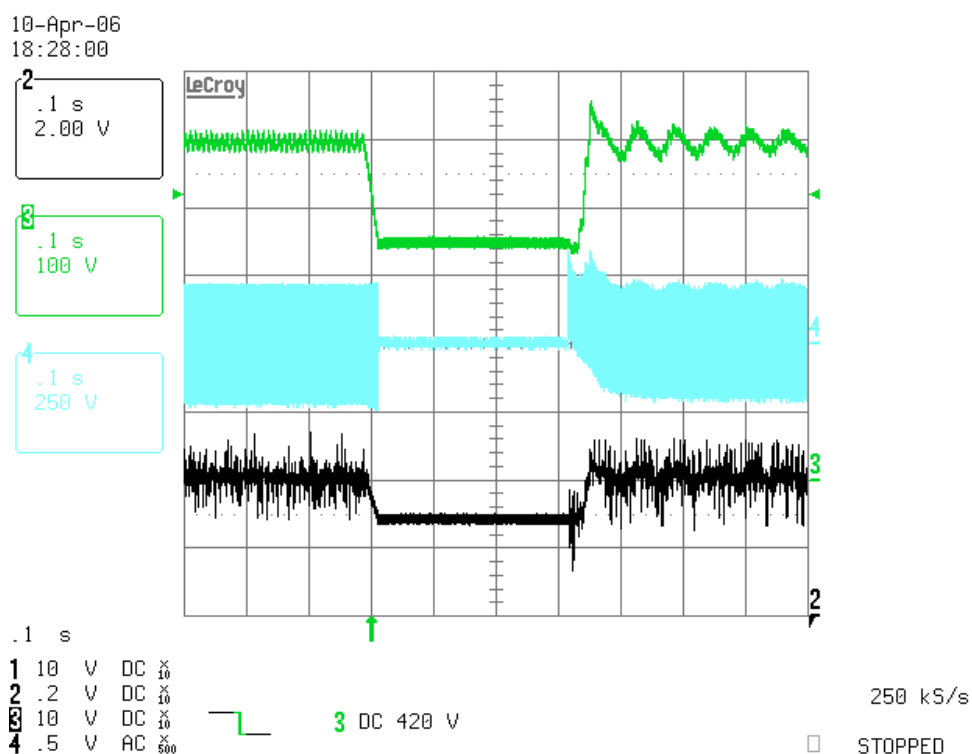


图 9：在瞬间电源中断暗光情况下的 VBUS(黑色)和 DC 母线电压 (绿色)