

IRPLDIM1E 可调光荧光灯镇流器参考设计

特点：

- *负载类型：1×36W T8 荧光灯
- *输入：185-265VAC/60HZ
- *高功率因数/低 THD
- *高频工作
- *灯丝预热
- *灯管故障保护及自动重启动
- *欠压保护

简介

IRPLDIM1 是专为驱动快速启动荧光灯设计的镇流器，具有高频工作、功率因数高、可调光等功能。电路主要由 EMI 滤波器、功率因数校正及 IR2159 专用镇流器控制芯片构成。该演示板主要用来验证 IR2159 的功能及 PCB 布局布线要点。

电特性

参数	单位	绝对值
灯管类型		36W T8
输入功率(100%)	W	36
输入电流(100%)	A	0.16
灯丝预热电流	A	0.6
灯管预热电压	V	220
预热时间	s	1.0
交流输入电压	V	185-265/50-60Hz
直流输入电压	V	250-350
功率因数		0.98
总谐波失真	%	<15
最大输出电压	V	750

注：以上数值在 120VAC 输入下测得。

保护特性

故障类型	镇流器状态	自动重启动条件
线电压过低	保护	增加线电压
上灯丝开路	保护	更换灯管
下灯丝开路	保护	更换灯管
触发失败	保护	更换灯管
开路(无灯管)	保护	更换灯管

IR2159 可调光镇流器设计步骤

给定 L, C 和 DC, 母线电压, 和预热电流, 预热电压可通过下公式计算得到:

$$V_{ph} = \sqrt{\left(\frac{V_{DC}}{\pi}\right)^2 + \frac{8L}{C} I_{ph}^2} - \frac{V_{DC}}{\pi} \quad [\text{Vpp}] \quad (2)$$

预热期间的工作频率为:

$$f_{ph} = \frac{\sqrt{2} I_{ph}}{\pi C V_{ph}} \quad [\text{Hz}] \quad (3)$$

触发频率为:

$$f_{ign} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1 + \frac{4}{\pi} \frac{V_{DC}}{V_{ign}}}{LC}} \quad [\text{Hz}] \quad (4)$$

触发时的总负载电流为:

$$I_{ign} = f_{ign} C V_{ign} 2\pi \quad [\text{App}] \quad (5)$$

最大输出功率时工作频率:

$$f_{100\%} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{32P_{100\%}^2}{C^2 V_{100\%}^4} + \left[\left[\frac{1}{LC} - \frac{32P_{100\%}^2}{C^2 V_{100\%}^4} \right]^2 - 4 \frac{1 - \left(\frac{4V_{DC}}{V_{100\%}\pi} \right)^2}{L^2 C^2} \right]} \quad (6)$$

最小功率时阴极热态电流

$$I_{Cath 1\%} = \frac{V_{1\%} f_{1\%} \pi C}{\sqrt{2}} \quad (7)$$

设计约束

谐振电感和电容值应满足如下要求：

设计约束	原因
$V_{ph} < V_{phmax}$	预热时会触发
$f_{ph-fing} > 5kHz$	产品公差
$I_{ign} < I_{ignmax}$	电感饱和
$I_{cath1\%} \geq I_{cathmin}$	调光时灯熄灭

计算最大最小功率输出的电流相位，可以定义输出功率，相位计算公式如下：

$$f_{\%} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{32P_{\%}^2}{C^2V_{\%}^4} + \sqrt{\left[\frac{1}{LC} - \frac{32P_{\%}^2}{C^2V_{\%}^4}\right]^2 - 4 \frac{1 - \left(\frac{4W_{DC}}{V_{\%}\pi}\right)^2}{L^2C^2}} \quad (8)$$

$$\varphi_{\%} = \frac{180}{\pi} \tan^{-1} \left[\left(\frac{V_{\%}^2}{2P_{\%}} C - \frac{2P_{\%}}{V_{\%}^2} L \right) 2\pi f_{\%} - 4 \frac{V_{\%}^2}{P_{\%}} LC^2 \pi^3 f_{\%}^3 \right] \quad (9)$$

选定 L、C 并计算好最小和最大相位后，其它元件的计算公式如下：

$$R_{FMIN} = \frac{(25e-6) - (f_{min} - 10000) \cdot (1e-10)}{(f_{min} - 10000) \cdot (2e-14)} \quad [\text{Ohms}] \quad (10)$$

$$R_{CS} = \frac{2 \cdot (1.6)}{I_{ign}} \quad [\text{Ohms}] \quad (11)$$

$$R_{IPH} = R_{FMIN} R_{CS} I_{ph} \sqrt{2} \quad [\text{Ohms}] \quad (12)$$

$$C_{CPH} = (2E - 7)(t_{PH}) \quad [\text{Farads}] \quad (13)$$

$$R_{MIN} = \frac{R_{FMIN}}{4} \left(1 - \frac{\varphi_{1\%}}{45} \right) \quad [\text{Ohms}] \quad (14)$$

$$R_{MAX} = \frac{0.86 \cdot R_{FMIN} \cdot R_{MIN}}{4 \cdot R_{MIN} - R_{FMIN} \cdot \left(1 - \frac{\varphi_{100\%}}{45} \right)} \quad [\text{Ohms}] \quad (15)$$

IRPLDIM1U 设计步骤

输入电压：90VAC 到 140VAC/50/60HZ

灯管功率/类型：36W/T8

1、灯管要求

32W/T8 灯管典型要求如下：

变量	值	单位
I _{ph}	0.6	A
t _{ph}	1.0	s
V _{phmax}	600	V _{pp}
V _{ign}	1500	V _{pp}
P _{max}	32	W
V _{pmax}	282	V _{pp}
P _{min}	1	W
V _{pmin}	330	V _{pp}
I _{cathmin}	0.35	A

2、反复调节 L、C 直到满足要求

填入不同的数值到公式 2 至公式 7，得出不同的结果：

L (mH)	2.0	2.0	2.0
C (nF)	6.8	8.2	10
V _{ph} (V _{pp})	700	622	546
f _{ph} (kHz)	57	53	49
f _{igh} (kHz)	51	46	42
I _{ign} (App)	1.4	1.6	1.8
f _{pmax} (kHz)	42	42	41
I _{cathpmin} (Arms)	0.32	0.35	0.38

和灯管要求比较，电容值选为 6.8nF 时，灯管电压在预热时会超过该类型灯管的标称最大电压，这将使灯管管在没有达到阴极发射温度时触发，大大降低灯管的使用寿命。减小预热电压可以减小预热电流，但必须有充足的预热时间，同样，如果 I_{cathmin} 太小，在低亮度时，弧电流太小不能预热灯丝而使灯熄灭。增加电容值为 10nF，可以满足设计要求，进一步可以通过增大预热电压，增加预热电流来缩短预热时间。然而在调光期间，灯管电压升高灯管功率会减小，因为这两个变量是成反比的。灯管电压降低可以进一步调光，最低可以调到 10%亮度左右。电容值为 10nF，灯管电压最大时灯丝电流最大，过高的电压会使灯丝过热。如果 8.2nF 的电容符合设计要求，可以避免阴极过热。

3、IR2159 编程输入

满足所有设计要求后，IR2159 可编程元件的计算值如下：

公式序号	变量	值
8	f100%	46kHz
8	f1%	58kHz
9		-56.12deg
9		-89.27deg
10	RFMIN	33k Ω
11	RCS	0.8 Ω
12	RIPH	24k Ω
13	CCPH	330nF
14	RMIN	27k Ω
15	RMAX	24k Ω

上海强微电子科技有限公司

Shanghai Qiangwei Electronic Co., Ltd.

承 认 书

CERTIFICATION

客户名称： Customer Name:			
产品名称：IC Products Name: BRIDGE RECTIFIERS			
产品规格&物料号： Products Range&Number:			
产品型号： Products Type:			
核 准 Approve	复 核 Re-Check	审 核 Check	主 办 Charge
日 期 Date	日 期 Date	日 期 Date	日 期 Date

地 址：上海市北京东路 668 号科技京城 C 区 603 室

电 话：(021)53081000\53084151\53084152\53084153 转 239

传 真：(021)53082863

网 址：<http://www.smes.cn>

电 邮：shine@smes.cn

IC目录

(A) Voltage Reference

编号	描述	封装	可以替代的产品
TS431	2.5V 三端基准稳压器:用于电源输出的电压基准取样.	TO-92 SOT-89 SOT-23 SOP-8	UTC/L431/A
TS431A			AP/APL431
TS431B			AN/AP431
TS432	1.24V 三端基准稳压器:用于电源输出的电压基准取样.	TO-92 SOT-23 SOT-25	NS/TLV431
TS432A			AP/APL431L

(B) PWM 芯片.

编号	描述	封装	可以替代的产品
TS3842/43B	Dual Channel Voltage Mode PWM Controller 电压模式PWM控制器	DIP-8 SOP-8	TI/UC3842/43B FC/KA3842/43A ST/UC3842/43B
TS38C42/43	BiCMOS Current Mode PWM Controller	DIP-8 SOP-8	TI/UC2842/43B AP/APW38HC42
TS494	Voltage Mode PWM Controller	DIP-16 SOP-16	TI/TL494 FC/KA7500 ST/TL494
TS1451	Dual Channel Voltage Mode PWM Controller	DIP-16 SOP-16	TI/TL1451
TS3404	Voltage Mode PWM Controller	DIP-8 SOP-8	TI/TL5001
TS3405	Voltage Mode PWM Controller	DIP-8 SOP-8	

(C) Amplifier & Comparator (运算放大器)

编号	描述	封装	可以替代的产品
TS358	2 Channel Operation amplifier 运算放大器在电源里常用来做比较器和放大器.358和393是常用的型号.	SOP-8 DIP-8	NS/LM358 ON/LM358 ST/LM358
TS324	4 Channel Operation amplifier	SOP-14 DIP-14	NS/LM324 ON/LM324 ST/LM324
TS393	2 Channel Voltage Comparator	SOP-8 DIP-8	NS/LM393 ON/LM393 ST/LM393
TS339	4 Channel Voltage Comparator	SOP-14 DIP-14	NS/LM339 ON/LM339 ST/LM339
TS4558	2 Channel Operation amplifier	SOP-8 DIP-8	NS/LM358 ON/LM358 ST/LM358

(D) MOSFETS

编号	描述	封装	可以替代的产品
TSM2301	P Channel, - 20V/3A, 130mohm@4.5V	SOT-23	FC/FDN335 AP/APM2300 VISHAY/Si4300
TSM4835	P Channel, - 30V/8A, 30mohm@4.5V	SOP-8	VISHAY/Si4435 AP/APM4836 CET/CET4835
TSM2302	N Channel, 20V/3A, 65mohm@4.5V	SOT-23	FC/FDN338 VISHAY/Si4300
TSM7401	N Channel, 20V/8A, 25mohm@4.5V	SOP-8	IRF7401
TSM3045	N Channel, 30V/12A, 45mohm@10V	TO-252	IRF3045
TSM2N7002	N Channel, 60V/0.12A, 7.5ohm@10V	SOT-23	
TSM2N7000	N Channel, 60V/0.2A, 5ohm@10V	TO-92	
TSM1N60	N Channel, 600V/1A, 8ohm@10V	TO-252	ST/STP1NC60
TSM2N60	N Channel, 600V/2A, 4.4ohm@10V	TO-252	ST/STP2NC60
TSM4N20D	Dual N Channel, 20V/4A, 55mohm@4.5V	TSSOP-8	ST/STC04NF20
TSM7312D	Dual N Channel, 20V/4A, 55mohm@4.5V	SOP-8	IFR7312

TSM7317D	Dual N Channel, 20V/6A, 22mohm@4.5V	SOP-8	IRF7217
TSM6968D	Dual N Channel, 20V/6A, 25mohm@4.5V	TSSOP-8	VISHAY/Si6968
TSM7304D	Dual P Channel, - 20V/4A, 65mohm@4.5V	SOP-8	IFR7304
TSM7328D	Dual P Channel, - 20V/6A, 35mohm@4.5V	SOP-8	IRF7328

(E) Voltage Regulator. (稳压IC)

编号	描述	封装	可以替代的产品
TS7800	3-Termial Fixed Positive Voltage Regulator	TO-220 TO-220F	UTC/LM78xx FC/LM78xx ST/LM78xx PJ/PJ78xx
TS7900	3-Termial Fixed Negative Voltage Regulator	TO-220 TO-220F	UTC/LM79xx FC/LM79xx ST/LM79xx PJ/PJ79xx
TS78M00	3-Termial Medium Current Positive Voltage Regulator	TO-220 TO-252	UTC/LM78Mxx PJ/PJ78Mxx
TS79M00	3-Termial Medium Current Negative Voltage Regulator	TO-220 TO-252	UTC/LM79Mxx PJ/PJ79Mxx
TS78L00	3-Termial Low Current Positive Voltage Regulator	TO-92 SOP-8 SOT-89	UTC78Lxx ON/MC78Lxx
TS79L00	3-Termial Low Current Negative Voltage Regulator	TO-92 SOP-8 SOT-89	UTC79Lxx ON/MC79Lxx
TS317	3-Termial Adjustable Output Positive Voltage Regulator	TO-220 TO-252 TO-92 SOP-8	UTCLM317 ST/LD317 ON/LM317

(F) LDO.

编号	描述	封装	可以替代的产品
TS1117	1A Adjustable or Fixed Output Low Drop Out Voltage Regulator	TO-220 TO-263 TO-252 SOT-223	UTCLD1117/A CM/CM1117 AP/APL1117 AIC1117
TS1086	1.5A Adjustable or Fixed Output Low Drop Out Voltage Regulator	TO-220 TO-263 TO-252 SOT-223	UTC/UZ1086 ST/LD1086 AP/APL1086 AIC1086
TS1085	3A Adjustable or Fixed Output Low Drop Out Voltage Regulator	TO-220 TO-263 TO-252	UTC/UZ1085 ST/LD1085 AP/APL1085 AIC1085
TS1084	5A Adjustable or Fixed Output Low Drop Out Voltage Regulator	TO-220 TO-263 TO-252	UTC/UZ1084 AP/APL1084 CM/CM1084
TS1083	7.5A Adjustable Output Low Drop Out Voltage Regulator	TO-220	Semtech SC1083
TS1082	10A Adjustable Output Low Drop Out Voltage Regulator	TO-220	Semtech SC1082

(G) Ultra LDO.

编号	描述	封装	可以替代的产品
TS2937	0.5A Fixed Output Ultra Low Drop Out Voltage Regulator	TO-220 TO252 SOT-223 SOP-8	NS/LM2937 Micrel/MIC5237
TS2940	1A Fixed Output Ultra Low Drop Out Voltage Regulator	TO-220 TO-263 TO-252 SOT-223	NS/LM2940 Micrel/MIC39100
*TS29150	1.5A Adjustable or Fixed Ultra Low Drop Out Voltage Regulator	TO-220 TO-263	Micrel/MIC29150
*TS29151/2/3	1.5A Adjustable or Fixed Ultra Low Drop Voltage Regulator with Eanble & Error Flag	TO-220-5L TO-263-5L	Micrel/MIC29151

(H) CMOS LDO.

编号	描述	封装	可以替代的产品
TS9000	300mA CMOS LDO	SOT-23 SOT-89 TO-92	AME/AME8800 AIC/AIC1722 RT/RT9161
TS9001	300mA CMOS LDO w/Shutdown & Noise Reduction	SOT-25	AME/AME8801 CM/CM2831 AP/APL5301
TS9002	300mA CMOS LDO w/Shutdown & Power Good	SOT-25	AME/AME8802 RT/RT9162 CM/CM2843
TS9003	300mA CMOS LDO w/Shutdown & Noise Reduction & Power Good	SOT-26	AME/AME8803 RT/RT9162A
TS9004	300mA CMOS Adjustable LDO w/Shutdown & Power Good	SOT-26	AME/AME8804 CM/CM2855 AP/APL5858
TS9005	600mA CMOS LDO	SOT-89 SOT-223	AME/AME8805 CM/CM2860 AP/APL5508
*TS9010	150mA Low Quiescent Current (5uA) CMOS LDO w/Shutdown	SOT-25	Torex/XC62GR
*TS9011	250mA Low Quiescent Current (5uA) CMOS LDO	SOT-23 SOT-89 TO-92	Torex/XC62FP

(I) Switching Regulator.

编号	描述	封装	可以替代的产品
TS34063	1.5A DC to DC Converter	DIP-8 SOP-8	UTC/MC34063 AN/AP34063 PJ/PJ34063
TS2576	3A Simple Switch Regulator (52kHz)	TO-220-5L TO-263-5L	NS/LM2576 NIKO/LM2576
*TS2596	3A Simple Switch Regulator (150kHz)	TO-220-5L TO-263-5L	NS/LM2576 AN/AP1501

(J) Audio Amplifier.

编号	描述	封装	可以替代的产品
*TS2200	5W BTL Audio Amplifier w/DC Voltage Control	SOP-16 DIP-16	AP/APA2050

(K) Reset IC

编号	描述	封装	可以替代的产品
TS810/R	Active High Reset Output	SOT-23	Maxim/MIX810 AME/AME8501
TS823	uP Supervisory With Watchdog and Manual Reset	SOT-25	Maxim/MIX823 AME/AME8510
TS824	uP Supervisory With Watchdog and Complementary Active-High Reset	SOT-25	Maxim/MIX824 AME/AME8520
TS825	uP Supervisory With Manual Reset and Complementary Active-High Reset	SOT-25	Maxim/MIX825 AME/AME8530

(L) Protection IC

编号	描述	封装	可以替代的产品
TS2208/A	Battery Protection Contoller	SOT-25	Ricoh/RT5426 SII/S-8631