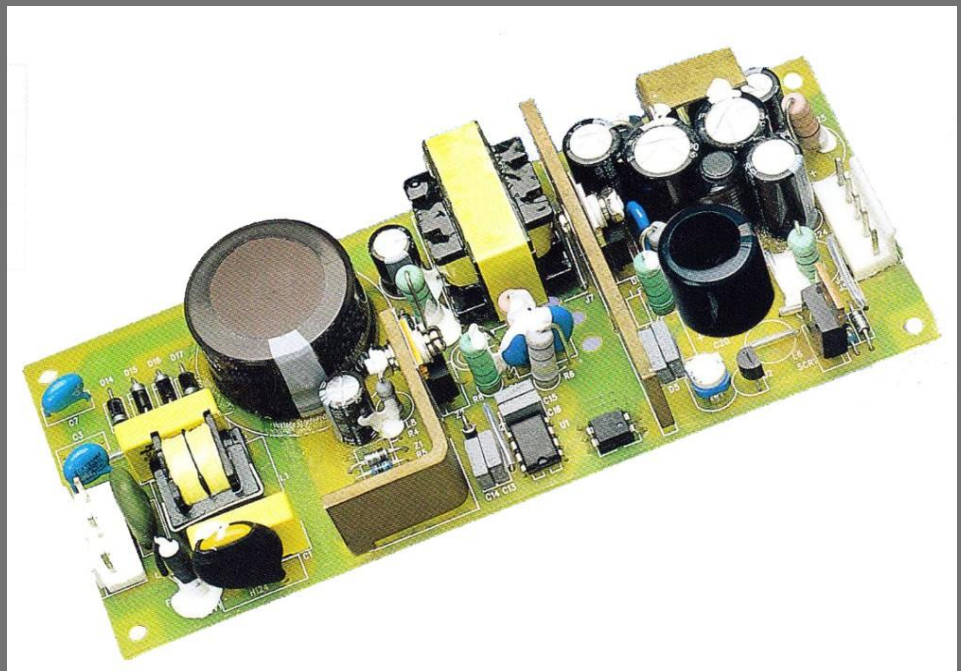


开关电源设计

——原理图设计

Flock fai liu

2012-02-23

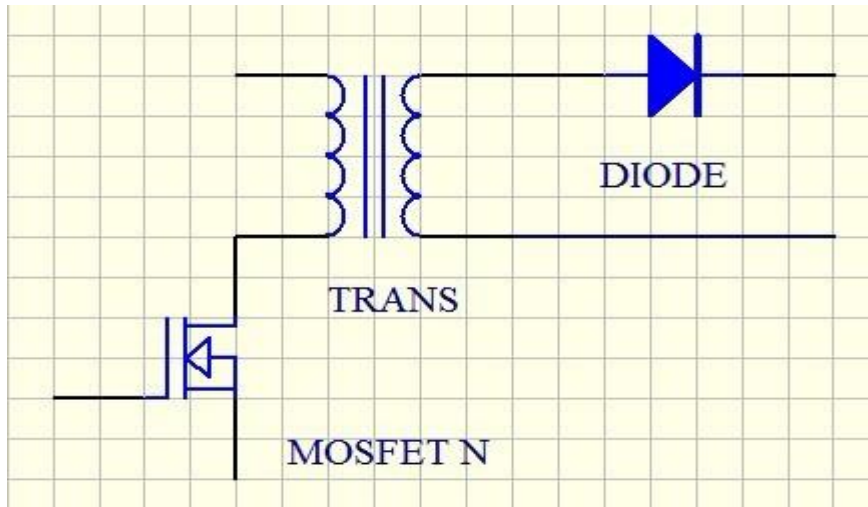


原理图设计——Flock fai liu

目录

功率器件设计.....	3
输入回路设计.....	4
PWM 周边电路设计.....	6
吸收电路设计.....	8
输出回路设计.....	9
反馈环路设计.....	10

一、功率器件设计



1.1、 MOSFET

1.1.1、 电压： $V_{MOS} > V_{DCmax} + V_{OR} - 150$ （反激）

1.1.2、 电流： $I_{MOS} > 2 * I_{OP}$ I_{OP} 过流保护点

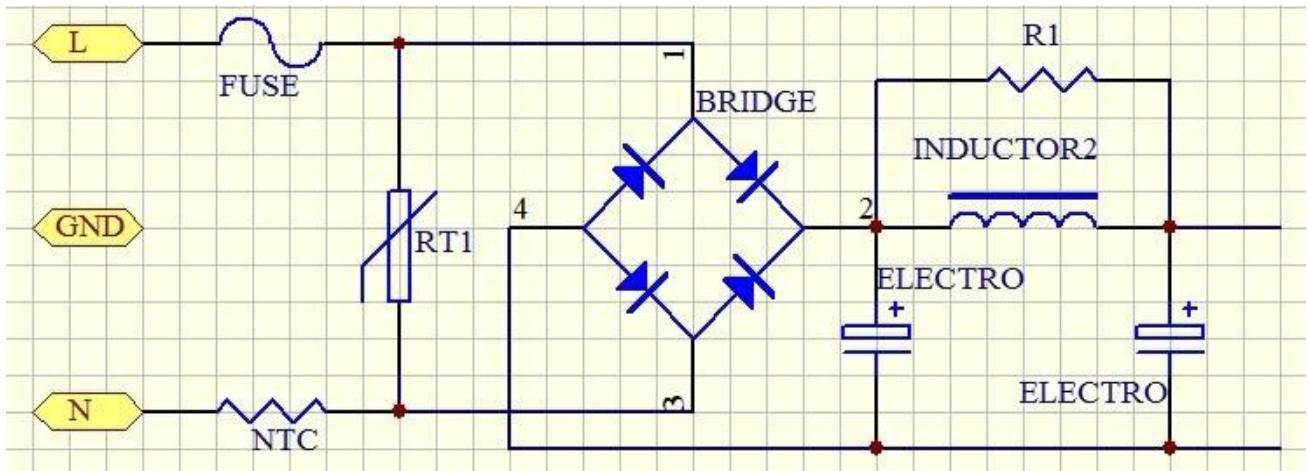
1.2、 二次整流管

1.2.1、 电压： $V_F > \frac{(V_{DCmax} * 1.414)}{n} * 1.2 + V_0$

1.2.2、 电流： $2 * I_{O MIN}$ ，并能承受瞬间大电流；通常选 $3 * I_0$ 。

1.2.3、 采用正向压降较小的二极管，肖特基；超快恢复二极管压降虽小，但会产生严重的 EMI 问题和噪声，需谨慎使用。其次也可用高效率整流管，但压降会较大，影响效率。

二、输入回路设计



2.1、保险丝

2.1.1、电压：对全电压输入： $V_F=250V$ ，低压输入： $V_F=125V$

2.1.2、电流： $I_{FUSE} = 2 \dots 3 \text{ 倍} * I_{AC}$ ； $I_{AC} = \frac{P_{IN}}{V_{ACmin} * PF}$

2.2、NTC：电流： $I_{NTCmin} = \frac{P_{IN}}{V_{ACmin} * PF} * 2$ 可与 FUSE 同选

2.3、压敏电阻

2.3.1、电源常用三种规格及电压参数：

241—ACVrms 150Vrms DC 200V；

271—ACVrms 175Vrms DC225V；

471—ACVrms 300Vrms DC385V

2.3.2、承受能力焦耳数： $V_{1ma} = 2 * v_{ac}$ 如 10D 可过 4500V, 做雷击试验时经验调试。不做雷击时可不用。

2.4、一次整流

2.4.1、电压：对通用输入 $V_{DF} > 600V$

2.4.2、电流： $I_{DFmin} = 2 * I_{DC}$ ；通常选 $3 * I_{DC}$

原理图设计——Flock fai liu

2.4.3、一般采用普通整流二极管，有时也会用快恢复，但可能会有 EMI 问题，具体测 EMI 时调试。

2.5、一次滤波电容

2.5.1、耐压：对通用输入 $V_C > 1.414 * V_{ACmax}$

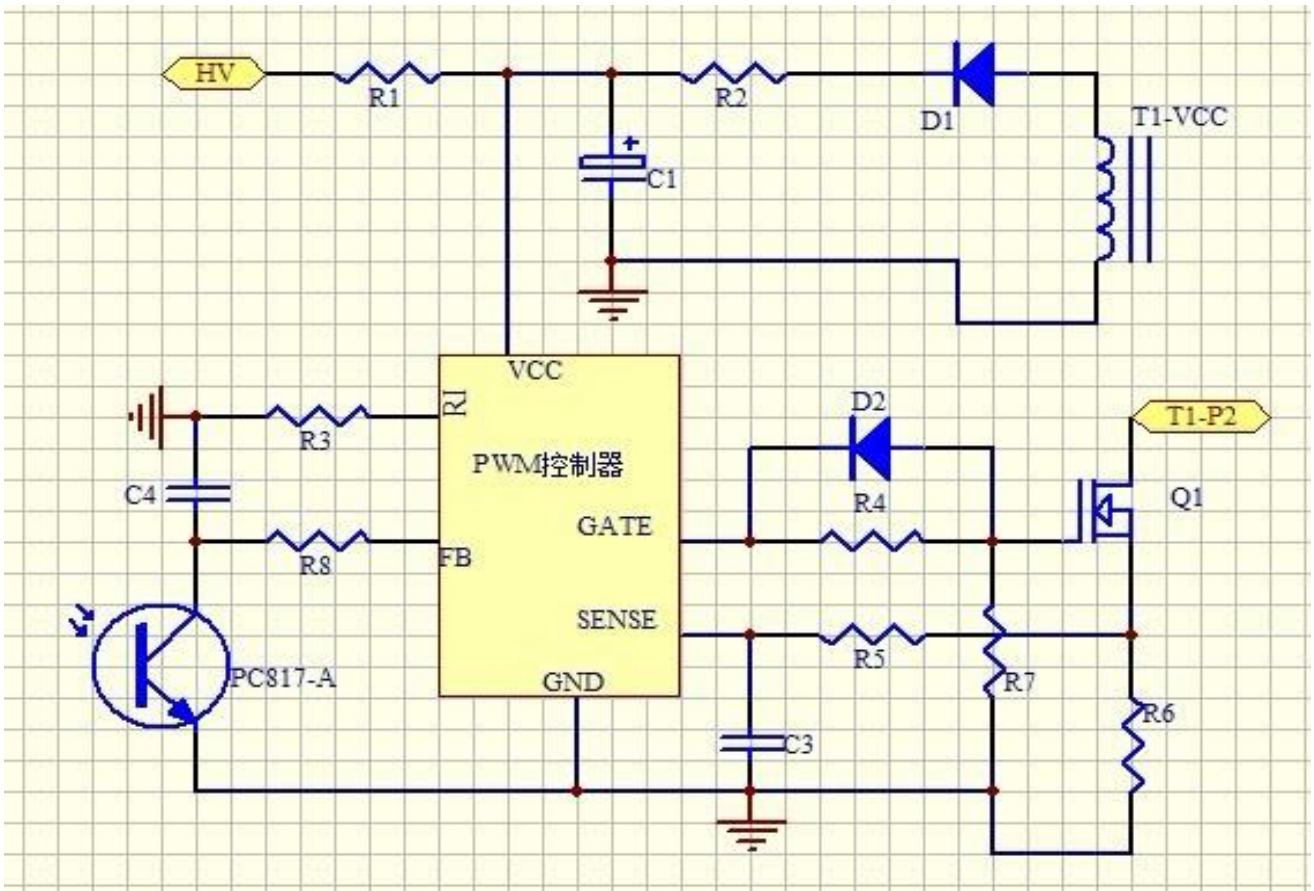
2.5.2、容量： $C_{IN} = \frac{I_{DC} * T}{\Delta V}$ ； $T = \frac{1}{f_{in} * 2}$

(ΔV 纹波电压, f_{in} 输入频率, T 放电维持时间)。经验值：通用输入可取 2...3UF/W；

固定输（220V）取 1UF/W

2.5.2、针对 π 型滤波，电感的感量和变压器初级感量差不多就 OK 了，一般用在小功率。此时上计算出的电容值可对半分为 2PCS。

三、PWMIC 周边设计



3.1、启动电阻

$$3.1.1、 R1 = \frac{V_{DCmin}}{I_{TOTAL}} ; \quad I_{TOTAL} = I_{INST} + C1 * \frac{dv}{dt}$$

I_{INST} 芯片启动电流， dv 芯片启动电压， dt 启动时间。

3.1.2、工作电压：对通用输入，用 1PCS1/2W，用 1206 贴片至少需 2PCS 串连。

3.1.3、功率： $P_{R1} = 2 * V_{R1max} * I_{INST}$ V_{R1max} 为电阻两端电压，当电阻功率不够时，可选用更大的或多个串连（减小电阻两端电压），以及并联。

3.2、PWM 振荡频率

f_s 有的为内置固定，有的为曲线，有的是公式，具体需查看所选 IC 说明。

$$\text{如 OB2269: } f_s = \frac{1560}{R3}$$

3.3、电流检测

3.3.1、电流检测电阻： $R6 = \frac{V_{limit} * 2}{I_{PK}}$ V_{limit} 为 IC-SENSE 引脚检测限制电压。

3.3.2、IC-SENSE 与检测电阻连接，有时需接 RC 滤波网络改善波形，滤除杂波。是根据 R6 上流过电流所形成的电压波形 V_S ，对 RC 充放电时间常数来整形，使 V_S 更加有规则的波形尖峰来做信号。RC 计算麻烦且计算结果不太理想。因此可根据实际经验结合 IC 资料进行调试，R5 范围一般为几百到几 K 欧，电容一般为几百 PF 到几 nF。

3.4、MOSFET 驱动电路

3.4.1、驱动电阻 R4：用来消除由 MOSFET 结电容和分布电容引起的高频振荡，一般为几欧到几十欧。过小对 EMI 改善不明显，过大会增加 MOSFET 导通损耗。

3.4.2、R4 并联反偏普通二极管 D2，可以改善 MOSFET 的关断损耗。

3.4.3、R7 通常使用 10K，当 MOSFET-G 悬空时，G 极电压会升高，从而导致损坏 MOSFET，而 R7 提供了一个回路，保护了 MOSFET。

3.5、VCC

3.5.1、二极管 D1：通常用普通整流管和高效率整流管。

3.5.2、电阻 R2：一般为几欧到几十欧

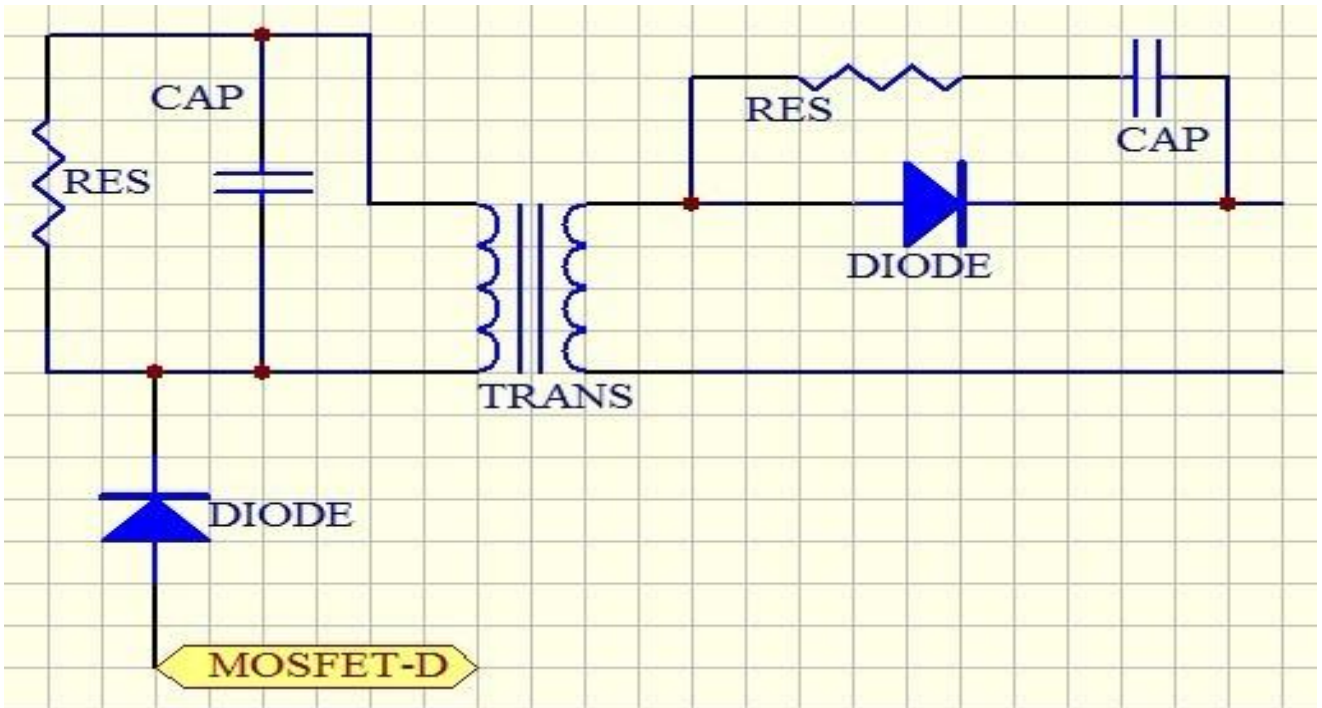
3.5.2、电容 C1：一般为 10---47UF 电解电容。参考芯片资料。

3.5.6、FB

FB 与光耦连接时需加电容进行补偿和去偶，通常为几百 PF 到一百 nF。当然也有例外，如 PI 的 TOP 系列有时还需加几十 UF 的电解电容。具体参考芯片资料。

如果需限流电阻，通常为几欧至一百欧

四、吸收电路设计



4.1、一次 RCD 吸收电路

4.1.1、 $C = \frac{0.5 \cdot I_p \cdot t_f}{0.7 \cdot V_{DS}}$ t_f 漏级电流下降时间, V_{DS} MOSFET 耐压值。

4.1.2、 $R = \frac{0.5 \cdot t_{min}}{C}$ t_{min} 为 C 对 R 的最小放电时间

4.1.3、经验取值：

D 选择普通、快速、超快速均可，对损耗和 EMI 会有点影响，一般可选 1A1000V。

C 通常为几百 PF 到 10nF，耐压需大于 MOSFET，一般为 1000V

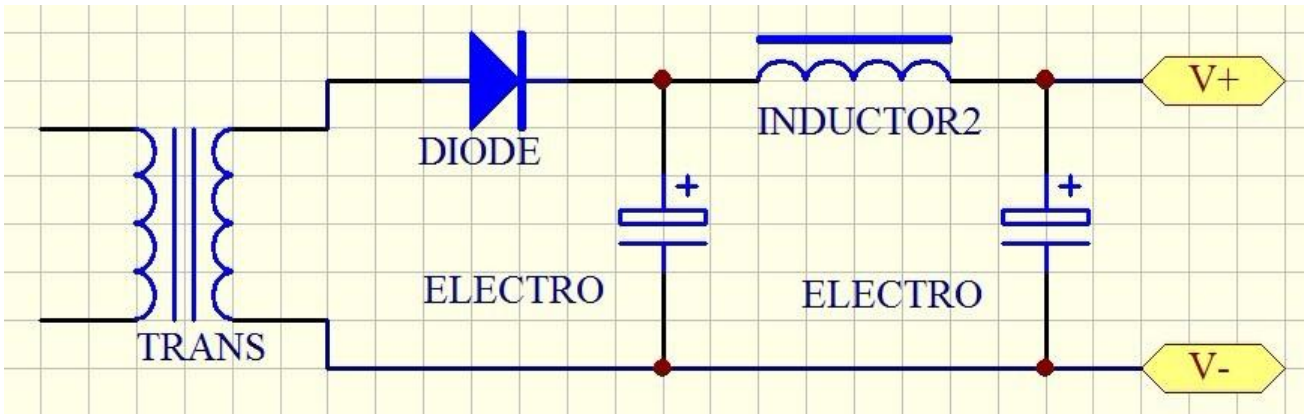
R 一般为 50—150KΩ，2—3W

4.2、二次 RC 吸收电路

计算比较麻烦且不理想，经验取值：C 为 100PF…2.2nF/500V，R 为几Ω到几百Ω。

C 越大、R 越小吸收效果越好，但损耗越大。

五、输出回路设计



5.1、二次滤波电感选择

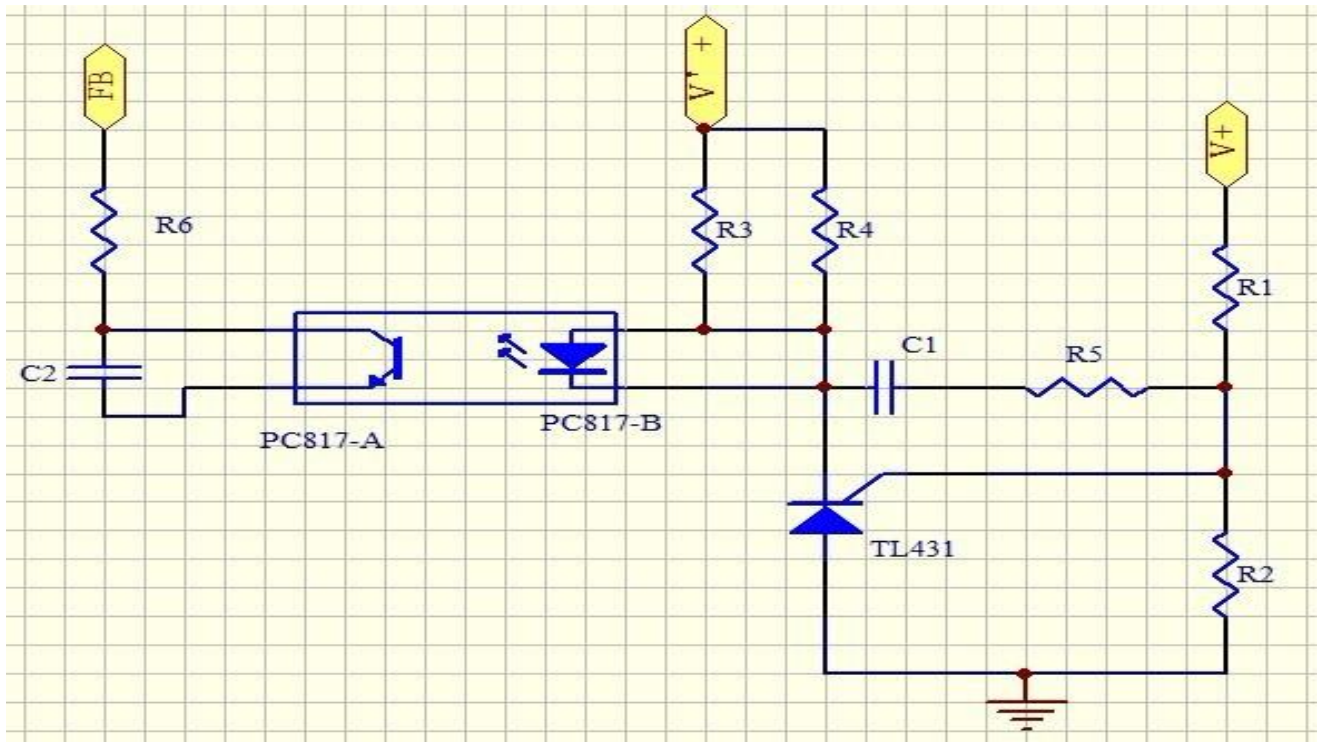
滤波电感的感量不宜过大，否则移相过大，反馈不稳，容易产生自激。通常设定在开关频率的1/5...1/10 之间，因此一般小于 100uH，甚至为几 uH。具体根据开关频率进行调试。

5.2、二次滤波电容选择

对于 CLC 滤波结构，L 前 C，查看所选电容的额定纹波电流，可采用多个并联，使大于 $I_0 * 1.2$ 。L 后 C，考虑前级是否满足纹波电压要求，还需考虑抑制负载电流的变化，具体几百 uF 至几 kUF。

一般公式： $C = \frac{\Delta I}{0.08 * f * \Delta V}$ uF ΔI 取 I_0 的 20---30% ΔV 想得到的纹波电压
 $ESR = \frac{\Delta V}{\Delta I}$ 实际应用可比计算值大一点

六、反馈环路设计



5.1、取样电阻

TL431 参考输入端电流要求大约为 $2\mu\text{A}$ ，为避免影响分压比和噪声，取流过 R_2 的电流为 TL431 参考输入端电流的 100 倍以上，所以此电阻要小于 $\frac{2.5\text{V}}{200\mu\text{A}} = 12.5\text{K}\Omega$ ，而太小会影响空载功耗。一般设定在 $5\text{---}10\text{K}\Omega$ 。

$$\text{那么： } R_1 = \left(\frac{V_0}{2.5} - 1 \right) * R_2$$

5.2、光耦限流电阻和 TL431 死区电流补偿电阻

5.2.1、PC817 发光二极管允许最大电流为 50mA 左右，设其压降为 1.2V ，于是有：

$R_3 < \frac{V_0 - 1.2 - 2.5}{50}$ 。而一次部份，开关脉宽会线性变化，因此光耦中三极管的电流也应在这个范围内变化，那么流过它的电流应在 $2\text{---}6\text{mA}$ 。而光耦中三极管是受发光二极管控制的，那么发光二极管电流应在 3mA 左右。

$$\text{即： } R_3 = \frac{V_0 - 1.2 - 2.5}{3}$$

5.2.2、TL431 死区电流为 1mA ，最大工作电流为 100mA ，一般选 20mA 就可以了。

原理图设计——Flock fai liu

因此有： $R4 < \frac{V_0 - 1.8}{1}$; $R4 > \frac{V_0 - 1.8}{100 - I_F}$; I_F 为光耦电流

建议 $R4 > R3$ 。当 V_0 大于 7.5V 时此电阻可以不要。

5.2.3、对小功率经验：C1 一般为 0.1UF，R5 为几欧至几 K 即可，作用是提升相位裕量。如需计算，一般设定在功率频率的 1/5 处，来具体取值。

PC817 参数

■ 光电特性

($T_a = 25^\circ\text{C}$)

参数	符号	条件	最小值	额定值	最大值	单位	
输入	正向电压	V_F	$I_F = 20\text{mA}$	-	1.2	1.4	V
	正向峰值电压	V_{FM}	$I_{FM} = 0.5\text{A}$	-	-	3.0	V
	反向电流	I_R	$V_R = 4\text{V}$	-	-	10	μA
	终端电容	C_t	$V = 0, f = 1\text{KHZ}$	-	30	250	pF
输出	集电极暗电流	I_{CE0}	$V_{CE} = 20\text{V}$	-	-	10^{-7}	A
转换特性	电流传输比	CTR	$I_F = 5\text{mA}, V_{CE} = 5\text{V}$	50	-	600	%
	集电极发射极饱和电压	$V_{CE(sat)}$	$I_F = 20\text{mA}, I_C = 1\text{mA}$	-	0.1	0.2	V
	隔离电阻	R_{iso}	DC 500V, 40to60%RH	5×10^{10}	10^{11}	-	Ω
	浮置电容	C_f	$V = 0, f = 1\text{MHZ}$	-	0.6	1.0	pF
	截止频率	f_c	$V_{CE} = 5\text{V}, I_C = 2\text{mA}, R_L = 100\Omega, 3\text{dB}$	-	80	-	KHZ
	响应时间	上升时间	t_r	$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 2\text{mA}, R_L = 100\Omega$	-	4	18
下降时间		t_f		-	3	18	μs

■ 最大绝对值

($T_a = 25^\circ\text{C}$)

参数	符号	额定值	单位	
输入	正向电流	I_F	50	mA
	正向峰值电流	I_{FM}	1	A
	反向电压	V_R	6	V
	功耗	P	70	mW
输出	集电极发射极电压	V_{CE0}	35	V
	发射极集电极电压	V_{EC0}	6	V
	集电极电流	I_C	50	mA
	集电极功耗	P_C	150	mW
总功耗	P_{tot}	200	mW	
隔离电压	V_{iso}	5000	Vrms	
工作温度	T_{opr}	-30to+100	$^\circ\text{C}$	
存储温度	T_{stg}	-55to+125	$^\circ\text{C}$	
焊接温度	T_{sol}	260	$^\circ\text{C}$	