



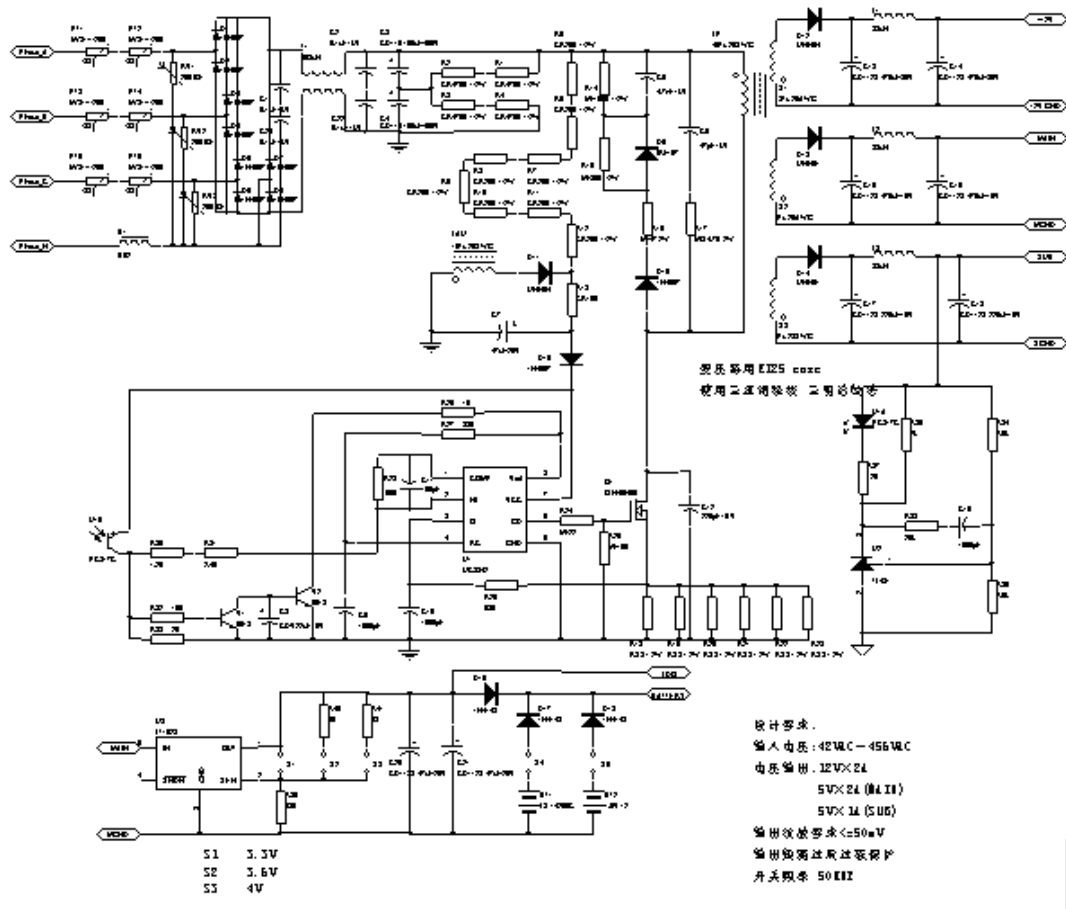
ABC Amber Text Converter Trial version

Please register to remove this banner.

<http://www.thebeatlesforever.com/processtext/abctxt.html>

多功能表开关电源原理图

原理图如下



电源设计要求

输入电压: 42VAC ~ 456VAC 50HZ

输出电压: 12VDC × 2A

5VDC × 2A(MAIN)

5VDC × 1A(SUB)

输出纹波 $\leq 50\text{mV}$

脉冲电压隔离 6000V

变压器设计流程

$V_{DCmin} = V_{ACmin} \times 1.2 = 49.2\text{V}$

$V_{DCmax} = V_{ACmax} \times 1.4 = 638.4\text{V}$

输出功率 (输出二极管为 UF5404 和 UF5401, 它们的导通压降分别为 1.3V 和 1V。)

$(12 + 1.3) \times 2\text{A} = 26.6\text{W}$

$(5 + 1) \times 2\text{A} = 12\text{W}$

$(5 + 1) \times 1\text{A} = 6\text{W}$

 $26.6 + 12 + 6 = 44.6\text{W}$

输入功率 $P_{o/n} = 44.6 / 0.8 = 55.75\text{W}$ 考虑输入整流损耗 $55.75\text{W} \times 1.2 = 67\text{W}$

输入平均电流 $I_{av} = 67\text{W} / V_{DCmin} = 67 / 49.2 = 1.362\text{A}$

假设 $D_{max} = 0.45$

初级峰值电流 $I_p = 2 \times I_{av} / D_{max} = 2 \times 1.362 / 0.45 = 6.053\text{A}$

一次方 $L_p = V_{DCmin} \times D_{max} / (I_p \times f_s) = 49.2 \times 0.45 / (6.053 \times 50000) = 73.2 \mu H$

反馈自 $5V \times 1A$, 则

使用变压器 core 为 E125 , 具体参数为

$L_e = 47mm$ $A_e = 41mm^2$ $AL = 2140Nh/N^2$

设 $T_e = 1N/V$

$N_s = T_e \times (V_o + V_d) = 1 \times (5 + 1) = 6N$

$N_p = N_s \times V_{DCmin} / (V_o + V_d) \times D_{max} / (1 - D_{max}) = 40N$

$Al_g = L_p / N^2 = 0.4575 \times 10^{-7}$

$B_{max} = N_p \times I_p \times Al_g / A_e = 0.27tesla$ 符合磁心利用要求

$U_r = Al \times L_e / (0.4\pi \times A_e) = 1.952 \times 10^{-3}$

气隙长度 $L_g = (0.4\pi \times N_p^2 \times A_e / L_p - L_e / U_r) \times 10^{-3} mm = 1.102mm$

$I_{rms} = I_p \times (D_{max}/3)^{1/2} = 2.344A$

电流密度取 4.5

$A_p = 2.344 / 4.5 = 0.521mm^2$

$A_s(5V \times 1A) = 1 / 4.5 = 0.222mm^2$

$A_s(5V \times 2A) = 2 / 4.5 = 0.444mm^2$

$A_s(12V \times 2A) = 2 / 4.5 = 0.444mm^2$

最后得到 :

使用 E125 做 core 用三重绝缘线

初级匝数 40Turns 20swg

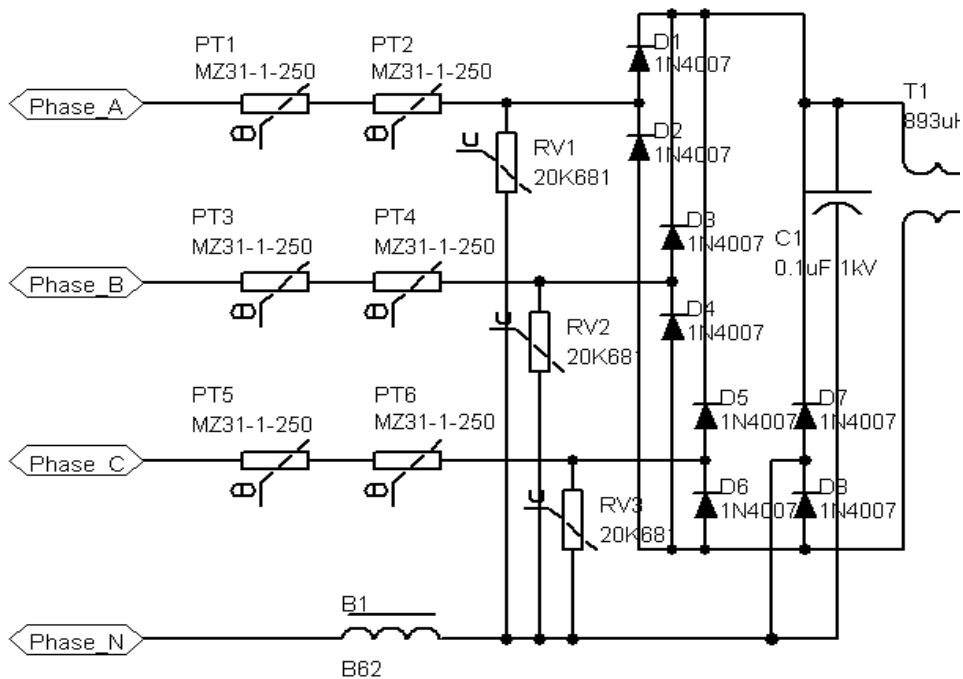
次级 main 为 6Ts 20awg

次级 sub 为 6Ts 23swg

次级 12v 为 13Ts 20awg

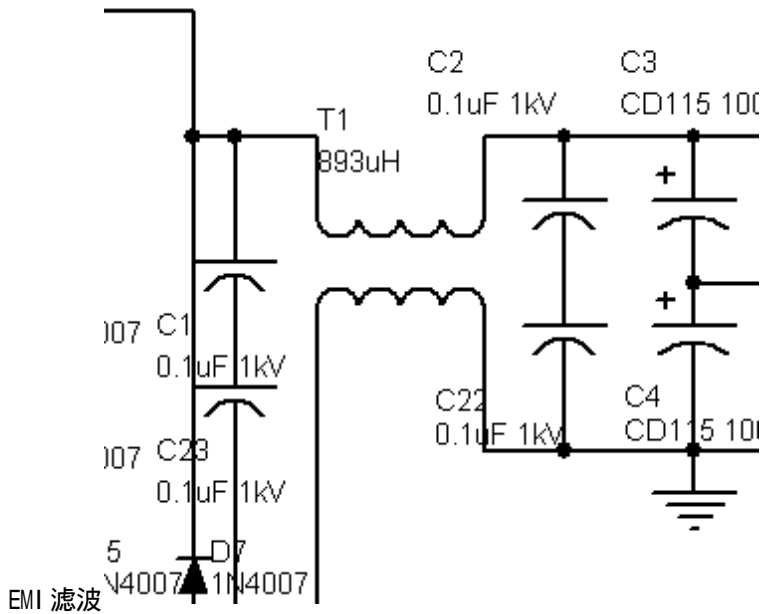
偏置匝数为 15Ts 20swg

三明治绕法



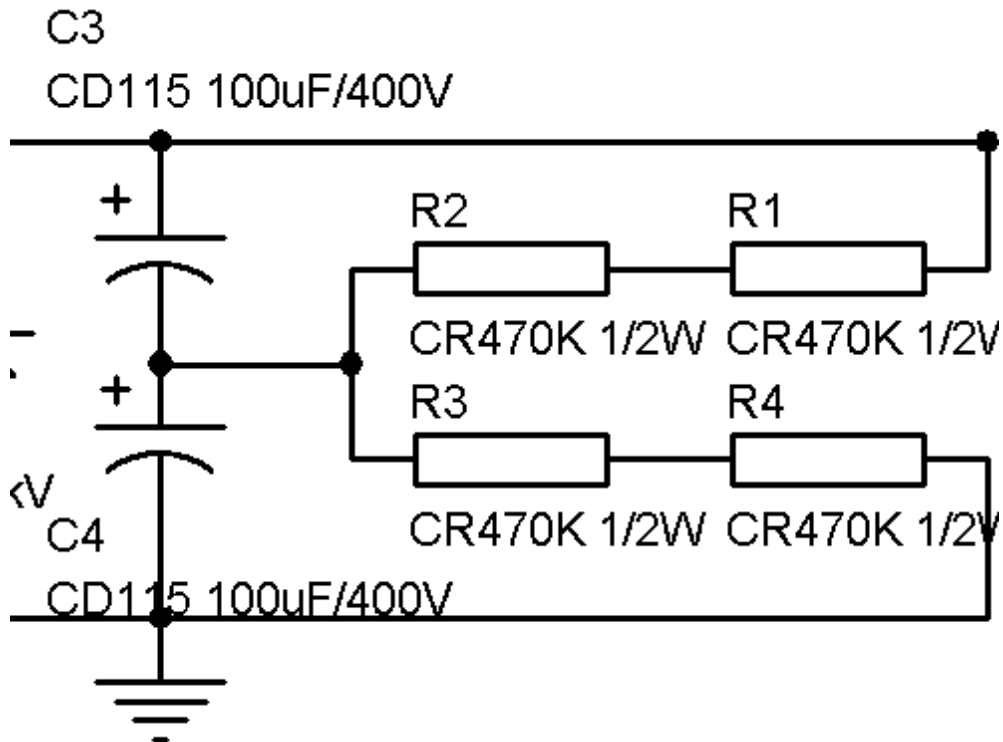
桥式整流

整流二极管平均电流只能承受 1A , 但是整个电源要求平均为 1.3A , 峰值达到 3A 左右 , 按照要求需要换整流二极管 , 必将带来整流损耗加大。

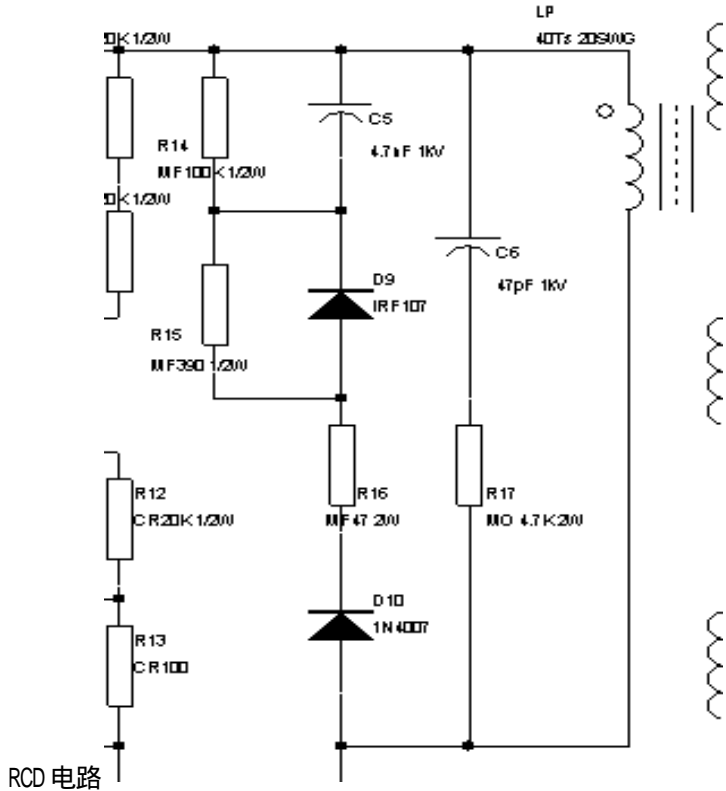


EMI 滤波
 假设在50KHZ 有24dB 的衰减, 则
 共模滤波器截止频率 $f_c = f_s \times 10^{(Att/40)} = 50\text{KHZ} \times 10^{(-24/40)} = 12.6\text{KHZ}$
 T1 电感值 $L = R_L \times 0.707 / (\pi \times f_c) = 50 \times 0.707 / (\pi \times 12.6\text{KHZ}) = 893\mu\text{H}$
 C1 和 C2 为 X 电容, $C = 1 / [(2\pi \times f_c)^2 \times L] = 0.178\mu\text{F}$ 取 0.2uF
 使用 2 个 0.1uF 电容串连得到 C1、C2、C22、C23。
 *为了减少元器件 EMI 滤波器置于整流之后, 可能对滤波效果有影响。

Bulk 输入滤波电容

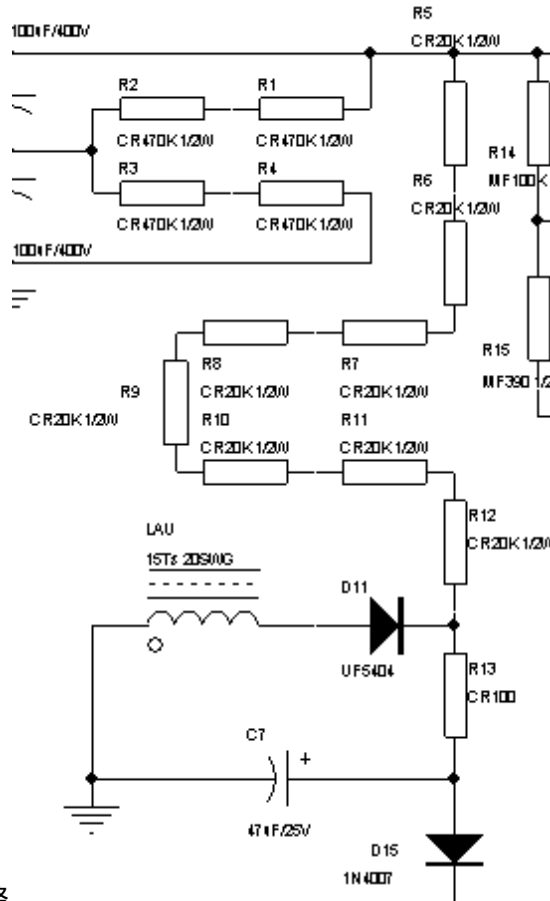


$C_{in} = (2-3) \times P_{in} = 3 \times 67\mu\text{F} = 201\mu\text{F}$, 取 200uF, 用 100uF/400V 高压电容 C3 与 C4 串联得到。



RCD 电路

由于变压器的漏感，在 MOS 管关断的时候，会出现较大反激能量，如果不加 RCD 吸收，会造成 MOS 管漏极电压负担，并且产生 EMI 噪声。一般 RCD 的做法是将漏感反激能量消耗在 snubber 中，使效率下降，在上图中使关断瞬间电流通过 D10, R16, D9 流向 C5，此时类似普通 RCD，但当 MOS 导通时，电容中储存能量不是全部由电阻消耗，而是利用 D10 的慢管效应，通过 R15, R16, D10, R17 对 C6 充电，能量又回到了变压器初级。



UC3842 供电电路

对于启动电路由 R5~R12 和 C7 构成。

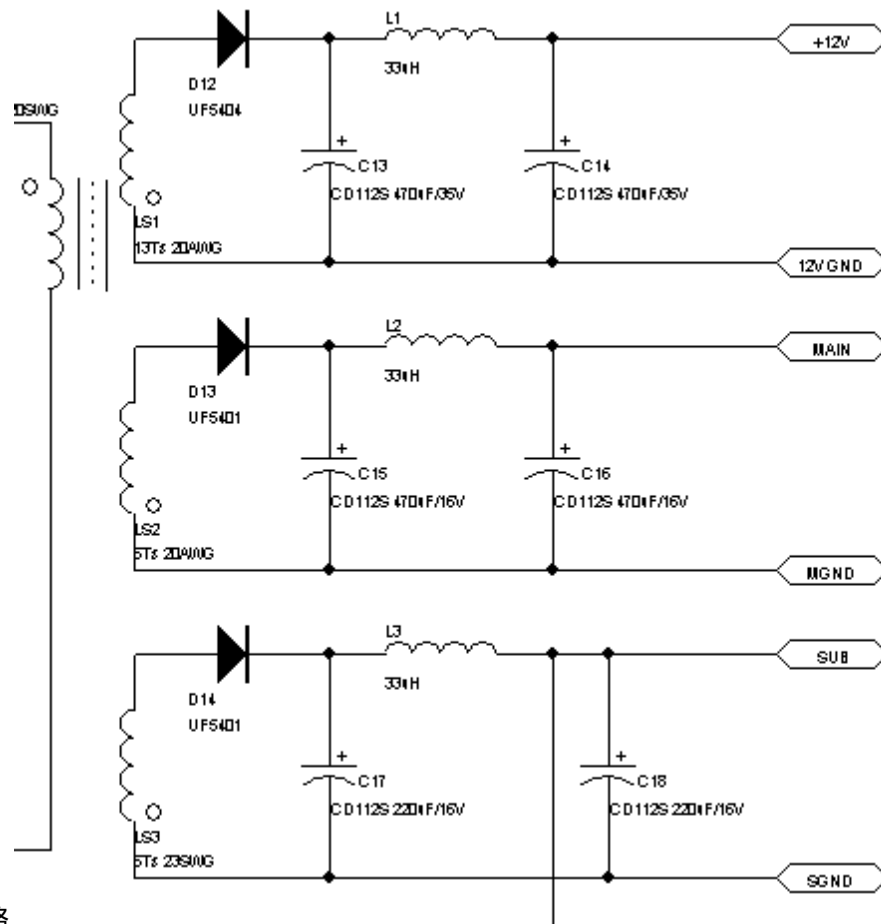
$$R_{st} = V_{in(\min)} / I_{start(\min)} = 49.2V / 0.3mA = 164k,$$

$$P_d = V_{in(\max)}^2 / R_{st} = 638.4^2 / 160K = 2.55W$$

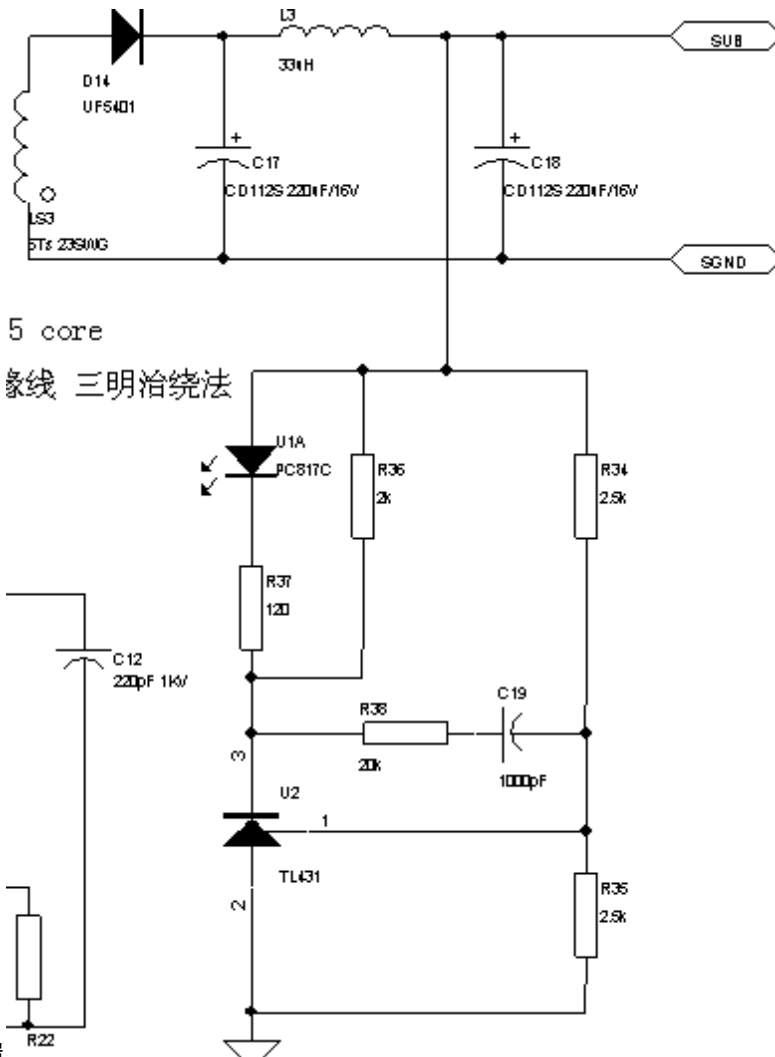
故用 8 个 20k 1/2w 电阻串联。

C7 在这里兼 RC 滤波和充电用。

取 160k



二次方输出电路



TL431 反馈

TL431 采样电压取自C18 之前，因为据说C18 会造成纹波，影响反馈电路稳定性。

TL431 参考电平为2.5V

$$R35 = V_{ref} / I_{sense} = 2.5K, 1\%$$

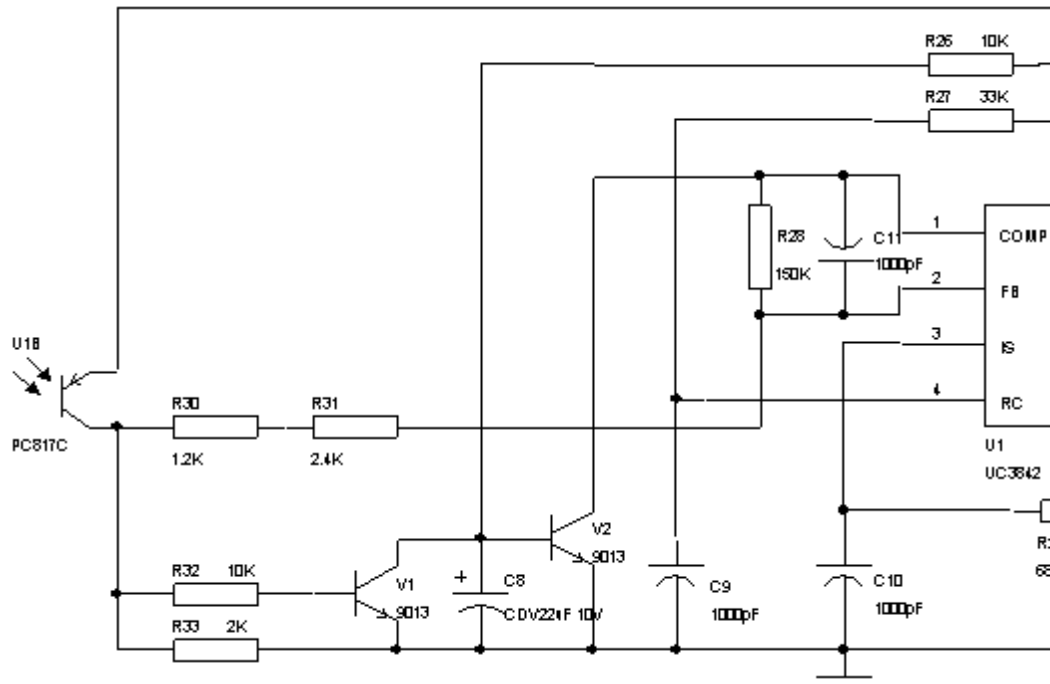
$$R34 = (5V - 2.5V) / 1mA = 2.5K, 1\%$$

$$R37 = [5 - (V_{U2} + V_{LED})] / 8mA = 137ohms, 取120$$

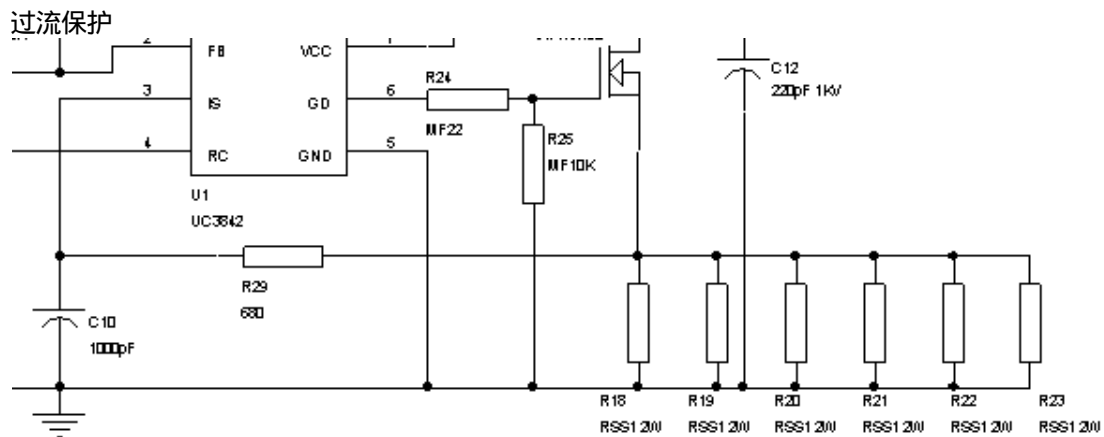
$$\text{对} R38 \text{ 和} C19, 1 / (R38 * C19) = 50KHZ$$

R36 = (5V - 2.5V) / 1mA = 2.5K, 取2K, 保证光耦不导通时，有 1mA 的电流流过TL431。

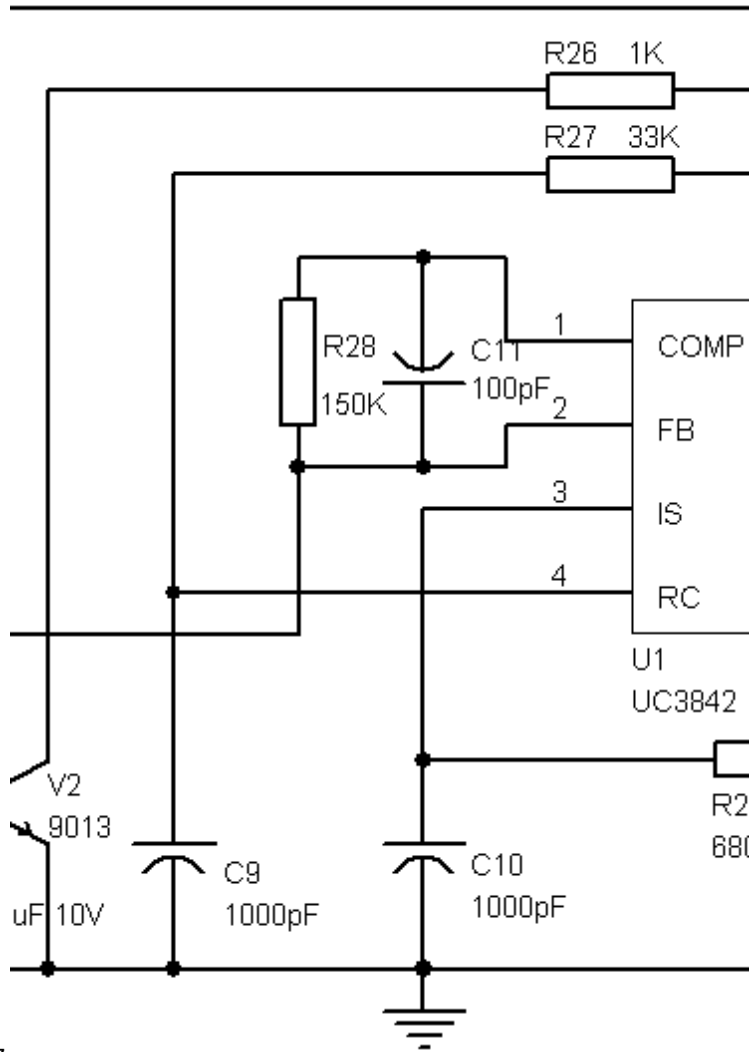
光耦反馈端设计和保护电路



对短路和过载的保护，光耦不导通，V1不导通，V2利用C8自举导通拉低Vref，3842停止，其后一直“打嗝”，起到保护作用。
 对于R30和R31的值不是很肯定，R28，C11构成比较放大，具体算法想进一步了解。



过流保护
 通过采样电阻采样MOS管源极电流并反馈到3842电流采样脚，如过流 $V_{is} \geq 1V$ ，3842“打嗝”。
 $R_{sa} = 1V / I_p = 0.16\Omega$ ，7w 用6个1ohms/2W电阻并联替代。
 R29与C10是延迟电路，避免宽输入电压范围造成的不稳定，给一个0.7us的延时。
 $R_f = T_d / C_f = 700\Omega$ 取680ohms



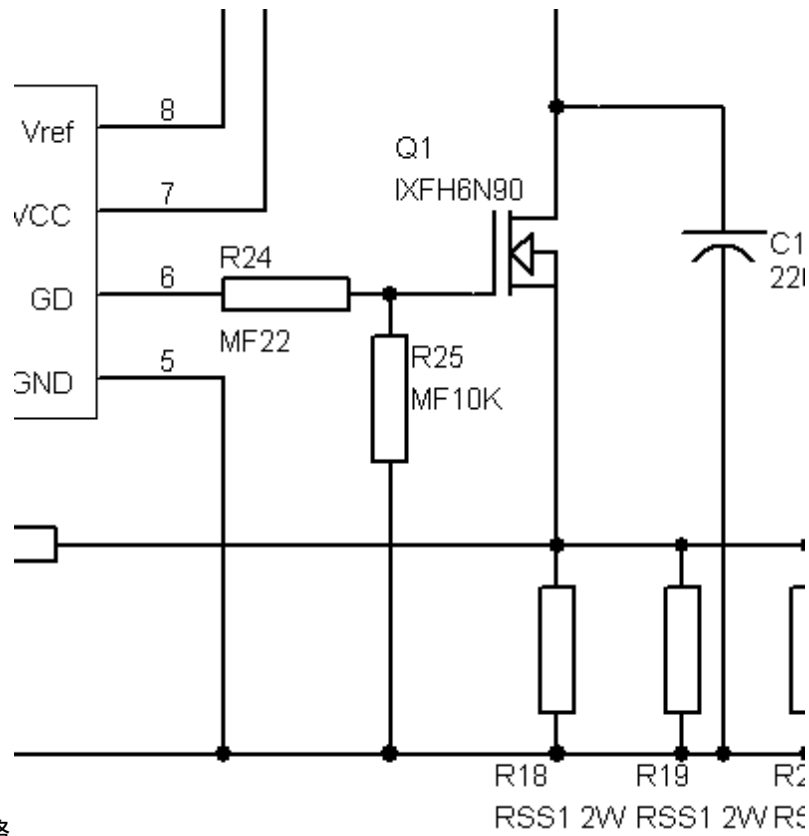
定时电路
 $R_t = R_{27} = 33K > 5K$
 $C_t = 1.72 / (50000 \times 33000) = 1000PF$



ABC Amber Text Converter Trial version

Please register to remove this banner.

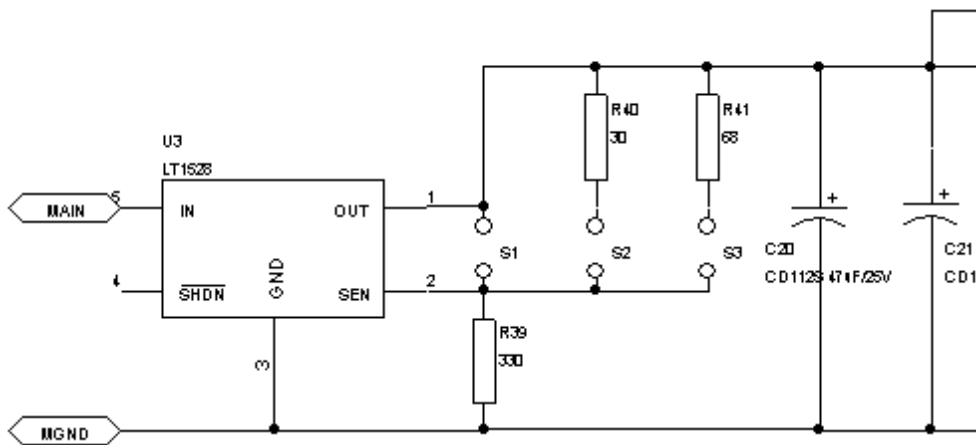
<http://www.thebeatlesforever.com/processtext/abctxt.html>



MOS 管驱动电路

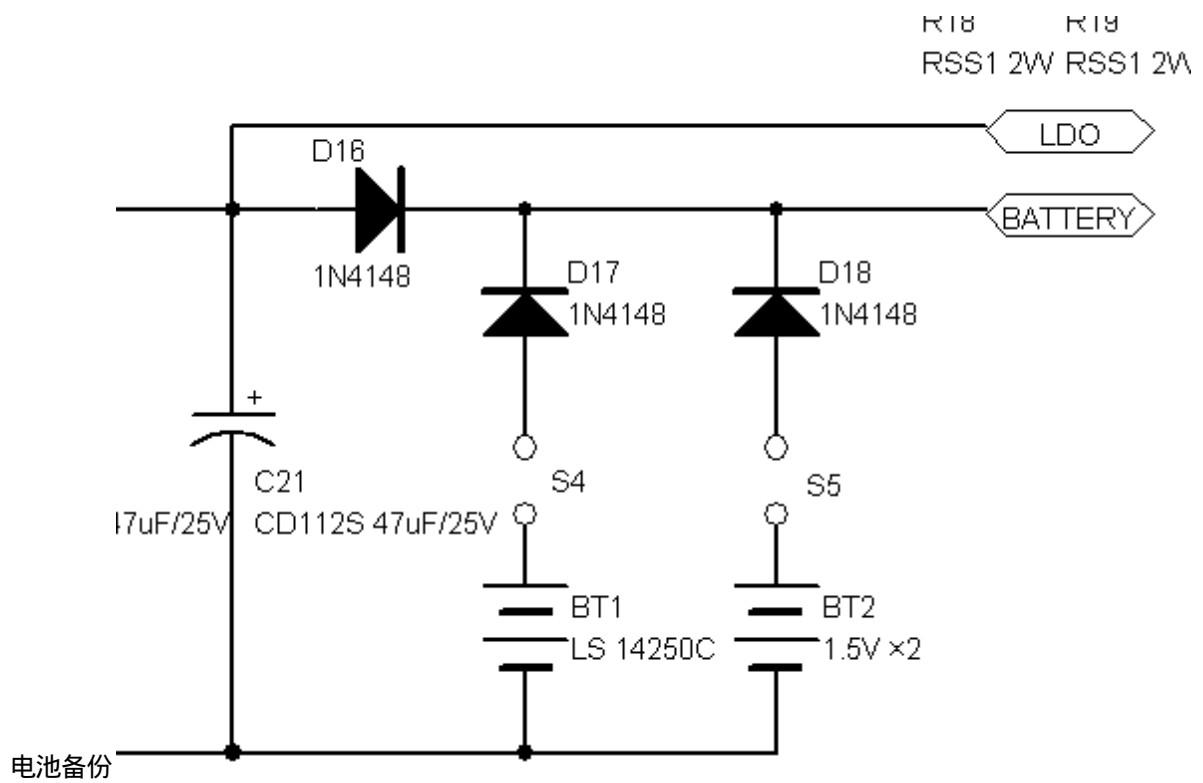
MOS 管采用耐900V 6A的IXFH6N90，R24用22ohms，限流用，R25起稳定作用，C1用220pF陶瓷电容，起降低开关瞬间电压变化率。这里本来用RC snubber 保护，可以降低EMI，但是设计较难。

1kV



- S1 3.3V
- S2 3.6V
- S3 4V

LDO



ABC Amber Text Converter Trial version

Please register to remove this banner.

<http://www.thebeatlesforever.com/processtext/abctxt.html>