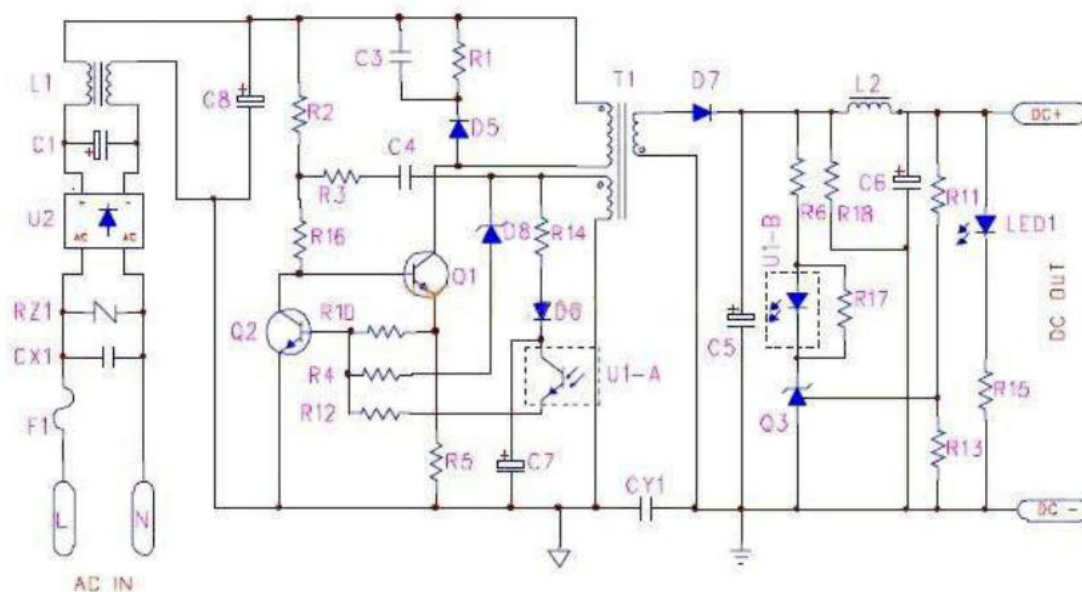


TL431 和 PC817 在开关电源反馈电路的设计及应用



TL431 和 PC817 在开关电源反馈电路的设计及应用

有关精密并联稳压器 TL431 及通用光电耦合器 PC871 请参考本站相关介绍

开关电源的稳压反馈通常都使用 TL431 和 PC817，如输出电压要求不高，也可以使用稳压二极管和 PC817，下面我来通过以下典型应用电路来说明 TL431, PC817 的配合问题。电路图如下：

R13 的取值

R13 的值不是任意取的，要考虑两个因素：

1) TL431 参考输入端的电流，一般此电流为 2uA 左右，为了避免此端电流影响分压比和避免噪音的影响，一般取流过电阻 R13 的电流为参考段电流的 100 倍以上，所以此电阻要小于 $2.5V/200uA=12.5K$.

2) 待机功耗的要求，如有此要求，在满足 $12.5K$ 的情况下尽量取大值。

TL431 的死区电流为 1mA，也就是 R6 的电流接近于零时，也要保证 431 有 1mA，所以 $R3 < 1.2V/1mA = 1.2K$ 即可。除此以外也是功耗方面的考虑，R17 是为了保证死区电流的大小，R17 可要也可不要，当输出电压小于 7.5v 时应该考虑必须使用，原因是这里的 R17 既然是提供 TL431 死区电流的，那么在发光二极管导通电压不足时才有用，如果发光二极管能够导通，就可以提供 TL431 足够的死区电流，如果 V_o 很低的时候，计算方法就改为 $R17 = (V_o - V_k) / 1mA$ （这里 $V_k = V_r - 0.7 = 1.8v$ ）；当 $V_o = 3.3V$ 时 R17 从死区电流的角度看临界最大值 $R17 = (3.3 - 1.8) / 1mA = 1.5k$ ，从 TL431 限流保护的角度看临界最小值为 $R17 = (3.3 - 1.8) / 100mA = 15\Omega$ 。当 V_o 较高的时候，也就是 V_o 大于 $V_k + V_d$ 的时候，也就是差不多 7.5v 以上时，TL431 所需的死区电流可以通过发光二极管的导通提供，所以这是可以不用 R17。

R6 的取值要保证高压控制端取得所需要的电流，假设用 PC817

(U1-B)，其 CTR=0.8-1.6，取低限 0.8，要求流过光二极管的最大电流 $= 6/0.8 = 7.5mA$ ，所以 R6 的值 $\leq (15 - 2.5 - 1.2) / 7.5 = 1.5K$ ，光二极管能承受的最大电流在 50mA 左右，TL431 为 100mA，所以我们取流过 R6 的最大电流为 50mA， $R6 > (15 - 2.5 - 1.3) / 50 = 226$ 欧姆。要同时满足这两个条件： $226 < R6$ 。

有的电路设计中增加提升低频增益电路，用一个电阻和一个电容串接于控制端和输出端，来压制低频（100Hz）纹波和提高输出调整率，即静态误差，牡电就是提升相位，要放在带宽频率的前面来增加相位裕度，具体位置要看其余功率部分在设计带宽处的相位是多少，电阻和电容的频率越低，其提升的相位越高，当然最大只有 90 度，但其频率很低时低频增益也会减低，一般放在带宽的 1/5 初，约提升相位 78 度。

流过 U1-A 的电流 I_c 的电流应在 2—6mA 之间，开关脉宽调制会线性变化，因此 PC817 三极管的电流 I_{ce} 也应在这个范围变化。而 I_{ce} 是受二极管电流 I_f 控制的，我们通过 PC817 的 V_{ce} 与 I_f 的关系曲线(如图 3 所示)可以正确确定 PC817。

从图 3 可以看出，当 PC817 二极管正向电流 I_f 在 3mA 左右时，三极管的集射电流 I_{ce} 在 4mA 左右变化，而且集射电压 V_{ce} 在很宽的范围内线性变化。符合控制要求。因此可以确定选 PC817 二极管正向电流 I_f 为 3mA。再看 TL431 的要求。从 TL431 的技术参数知， V_{ka} 在 2.5V—37V 变化时， I_{ka} 可以在从 1mA 到 100mA 以内很大范围里变化，一般选 20mA 即可，既可以稳定工作，又能提供一部分死负载。因此只选 3-5mA 左右就可以了。

确定了上面几个关系后，那几个电阻的值就好确定了。根据 TL431 的性能， R_{11} 、 R_{13} 、 V_o 、 V_r 有固定的关系： $V_o = (1 + R_{11}/R_{13}) V_r$ 式中， V_o 为输出电压， V_r 为参考电压， $V_r = 2.50V$ ，先取 R_{13} 值，例如 $R_{13} = 10k$ ，根据 V_o 的值就可以算出 R_{11} 了。

再来确定 R_6 和 R_{17} 。由前所述，PC817 的 I_f 取 $3mA$ ，先取 R_6 的值为 470Ω ，则其上的压降为 $V_{r6} = I_f * R_6$ ，由 PC817 技术手册知，其二极管的正向压降 V_f 典型值为 $1.2V$ ，则可以确定 R_{17} 上的压降 $V_{r17} = V_{r6} + V_f$ ，又知流过 R_{17} 的电流 $I_{r17} = I_{ka} - I_f$ ，因此 R_{17} 的值可以计算出来： $R_{17} = V_{r17} / I_{r17} = (V_{r6} + V_f) / (I_{ka} - I_f)$ 根据以上计算可以知道 TL431 的阴极电压值 V_{ka} ， $V_{ka} = V_o' - V_{r17}$ ，式中 V_o' 取值比 V_o 大 $0.1 - 0.2V$ 即可。

举一个例子， $V_o = 15V$ ，取 $R_{13} = 10k$ ， $R_{11} = (V_o/V_r - 1) * R_{13} = (15/2.5 - 1) * 10 = 50K$ ；取 $R_6 = 470\Omega$ ， $I_f = 3mA$ ， $V_{r6} = I_f * R_6 = 0.003 * 470 = 1.41V$ ； $V_{r17} = V_{r6} + V_f = 1.41 + 1.2 = 2.61V$ ；取 $I_{ka} = 20mA$ ， $I_{r17} = I_{ka} - I_f = 20 - 3 = 17$ ， $R_{17} = V_{r17} / I_{r17} = 2.61 / 17 = 153\Omega$ ；TL431 的阴极电压值 V_{ka} ， $V_{ka} = V_o' - V_{r17} = 15.2 - 2.61 = 12.59V$