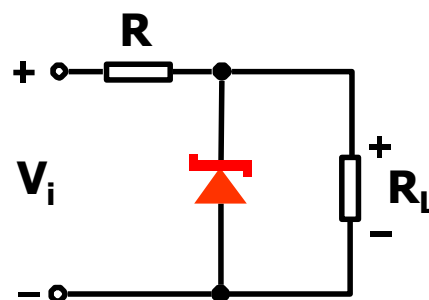


补充题 1:

右侧所示二极管稳压电路中，若击穿电压 $V_Z=6V$,

- 输入电压 V_i 的变化范围为: $10 \sim 12V$
- 负载电阻 R_L 的变化范围为: $1K\Omega \sim \infty$
- 稳压二极管的工作范围为: $10\mu A \sim 10mA$

请计算电阻 R 的取值范围。



参考:

当 V_i 取最大值, R_L 取最大值时, 二极管达到最大电流;

当 V_i 取最小值, R_L 取最小值时, 二极管达到最小电流。

故可以列写不等式组:

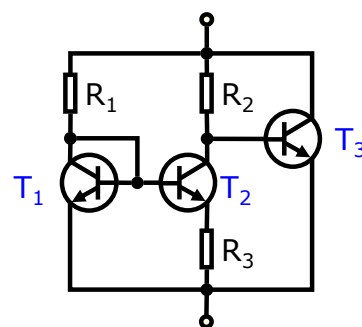
$$\begin{cases} \frac{V_{imax}-V_Z}{R} - \frac{V_Z}{R_{Lmax}} < I_{Dmax} = 10mA \\ \frac{V_{imin}-V_Z}{R} - \frac{V_Z}{R_{Lmin}} > I_{Dmin} = 10\mu A \end{cases} \quad \text{整理得:} \quad \begin{cases} \frac{12-6}{R} - 0 < 10mA \\ \frac{10-6}{R} - \frac{6}{1K} > 10\mu A \end{cases}, \text{ 即: } \frac{2K}{3} > R > 600$$

补充题 2:

导能带隙电压参照电路中, 已知 BJT 的结压降 V_{BE} 有负温度特性: $V_{BE} \approx 1.205 + \alpha T$, 其中 $\alpha = -2mV/^\circ C$ 。

如果已知室温 $T=300$ 开尔文, $R_1=1k$, $R_2=3k$,

则 R_3 如何取值?



参考:

本题可以先经过推导, 也可以直接套用课上已经推导的结果, 即:

$$R_2 V_T / R_3 \ln(R_2/R_1) + \alpha T = 0$$

将数值代入, 注意 $V_T \approx 26mV$, 即可得到:

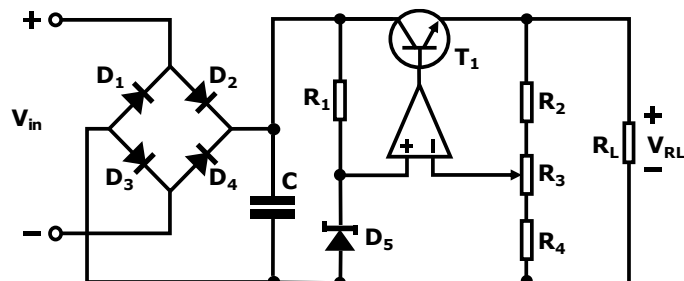
$$R_3 \approx -R_2 V_T \ln(R_2/R_1) / \alpha T \approx 143 \Omega$$

【建议: 尝试自行推导一下上述约束关系, 即】

$$\frac{R_2}{R_1} \approx \frac{I_{C1}}{I_{C2}} \cong e^{\frac{V_{BE1}-V_{BE2}}{V_T}} \approx e^{\frac{I_{C2}R_3}{V_T}}$$

补充题 3:

下图的线性稳压电路中，输入 V_{in} 为正弦电源， $D_1 \sim D_4$ 的导通压降可以忽略， D_5 的击穿电压为 6V。 $R_1 = 100K\Omega$ ， $R_2 = R_3 = R_4 = 100K\Omega$ ， $R_L = 1K\Omega$ 。假设调节 R_3 时，电路一直能正常输出稳定电压。



- 若深度负反馈成立，则相对于负载 R_L 而言，稳压电路的输出电阻是多少？
- 请推算， R_L 能获得的电压范围是多少？
- 输入正弦电源 V_{in} 幅度取多少为宜？请简要说明理由；
- 若已知电容滤波电路中，当 $CR \approx 3T/2$ 时， V_{OAV} 约为峰值的 0.9 倍。那么，此电路输入峰值 25V 的正弦波时， C 如何取值比较合理？
- 在 d) 的条件下，调节 R_3 ，估算 T_1 的功耗范围是多少？

参考：

- 深度负反馈（电压串联组态）成立时， R_L 所得的电压与其阻值无关，故近似 $R_o \approx 0$

- 当 R_3 滑至顶端时： $V_{RL} \cdot (R_3 + R_4) / (R_2 + R_3 + R_4) \approx V_z \rightarrow V_{RL} \approx 6 \cdot 3 / 2 = 9V$
 当 R_3 滑至底端时： $V_{RL} \cdot (R_4) / (R_2 + R_3 + R_4) \approx V_z \rightarrow V_{RL} \approx 6 \cdot 3 = 18V$
 故 R_L 所得的电压范围为：[9,18]V

- 前面第二问要求输出最大电压达到 18V，而一般要求使得使调整管 $V_{CE} > 2V$ ，故滤波后的平均电压 V_{OAV} 需达到 20V 以上。

另外，采用电容滤波时，输出脉动直流电的 $V_{in} > V_{OAV} > V_{in} \cdot 0.64$

因此，反推可知， V_{in} 的取值范围是：[20, 31.25] V

【按理， V_o 取得更大些，电路也能工作。但这样效率更低，调整管功耗更大】

- 注意，题设中的 R 为滤波电路的后级电路的等效直流电阻【等效直流电阻不能使用微扰模型计算，而是应该用直流电压和电流来估算】。

当输入 25V 正弦波时， $V_{OAV} \approx 25 \cdot 0.9 = 22.5V$ ，

输出最大电流时 $V_{RL} = 18V$ ， $I_{RL} \approx 18/1k = 18mA$ ，等效 $R = 22.5V/18mA \approx 1.25k$

由此， $C \approx 30ms / 1.25k = 24\mu F$

- 当输出电压为 V_{RL} 时， T_1 的功耗可估计为：

$$P_{T1} = (V_{OAV} - V_{RL}) I_{RL} = (V_{OAV} - V_{RL}) \frac{V_{RL}}{R_L}$$

代入 $V_{OAV} \approx 22.5V$ ，当 V_{RL} 在 [9,18]V 之间变化时，这是一个二次函数。

可以算出， T_1 的功耗范围为 [81, 126.56]mW，其中最大值在 $V_{RL} \approx 11.2V$ 时取得