

习 题 5

5.1 电路如图 5.1 所示, $R=1\text{k}\Omega$, 测得 $U_D=5\text{V}$, 试问二极管 VD 是否良好(设外电路无虚焊)?

解: 内部 PN 结或电极已开路, D 已损坏。

5.2 电路如图 5.2 所示, 二极管导通电压 $U_{D(\text{on})}$ 约为 0.7V , 试分别估算开关断开和闭合时输出电压 U_o 的数值。

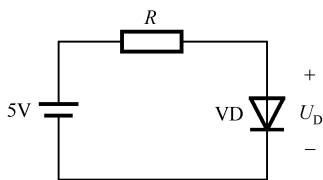


图 5.1 习题 5.1 电路图

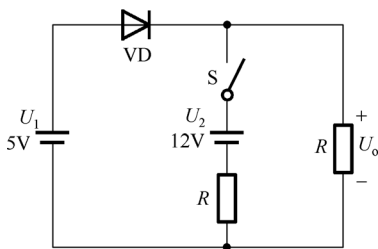
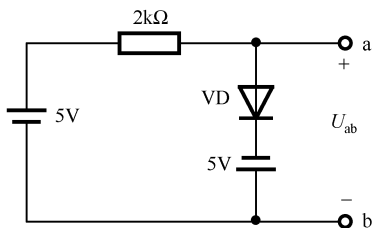


图 5.2 习题 5.2 电路图

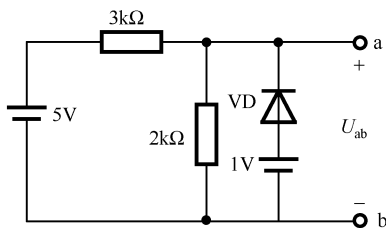
解: S 断开: 断开 VD, $U_D=5\text{V}$ 。所以 VD 导通, $U_o=5-0.7=4.3\text{V}$

S 闭合: 断开 VD, $U_D=5-\frac{R}{R+R}\times 12=-1(\text{V})$, 所以 VD 截止, $U_o=6\text{V}$

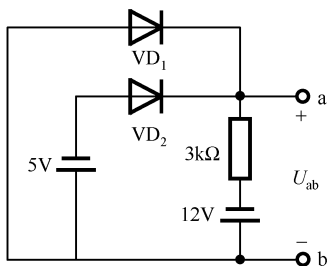
5.3 分析判断图 5.3 所示各电路中二极管是导通还是截止, 并计算电压 U_{ab} , 设图中的二极管都是理想的。



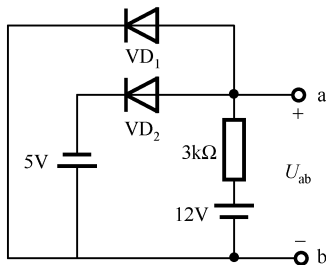
(a)



(b)



(c)



(d)

图 5.3 习题 5.3 电路图

解: (a) 断开 VD, $U_D=5+5=10\text{V}>0$, VD 导通, $U_{ab}=-5\text{V}$;

(b) 断开 VD, $U_D = 1 - \frac{2}{2+3} \times 5 = -1V$, VD 截止 $U_{ab} = \frac{2}{2+3} \times 5 = 2V$;

(c) 断开 VD₁ VD₂, $U_{D1} = 12V, U_{D2} = -5 + 12 = 7V$, 所以 VD₁ 优先导通, $U_{D2} = -5V$, VD₂ 截止, $U_{ab} = 0V$;

(d) 断开 VD₁ VD₂, $U_{D1} = 12V, U_{D2} = 12 + 5 = 17V$ 所以 VD₂ 优先导通, $U_{D1} = -5V$ VD₁ 截止, $U_{ab} = -5V$

5.4 一个无标记的二极管, 分别用 a 和 b 表示其两只引脚, 利用模拟万用表测量其电阻。当红表笔接 a, 黑表笔接 b 时, 测得电阻值为 500Ω 。当红表笔接 b, 黑表笔接 a 时, 测得电阻值为 $100k\Omega$ 。问哪一端是二极管阳极?

解: b 端是阳极

5.5 二极管电路如图 5.4(a)所示, 设输入电压 $u_i(t)$ 波形如图 5.4(b)所示, 在 $0 < t < 5ms$ 的时间间隔内, 试绘出输出电压 $u_o(t)$ 的波形, 设二极管是理想的。

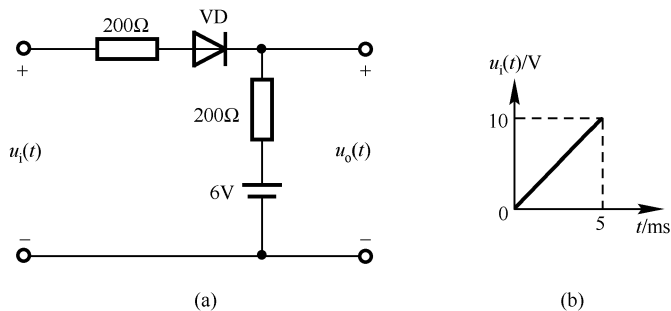
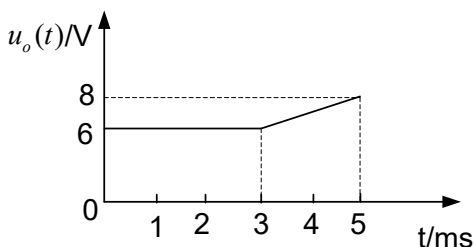


图 5.4 习题 5.5 电路图

解: $u_i(t) = 2t$, 断开 VD,

$$u_D = u_i - 6, \text{ 当 } u_D > 0 \text{ 时, VD 导通, 即 } t > 3s, u_o = \frac{u_i - 6}{0.2 + 0.2} \times 0.2 + 6 = 3 + t$$

当 $u_D < 0$ 时, VD 截止, 即 $t < 3s$, $u_o = 6V$



5.6 在图 5.5 所示的电路中, 设二极管为理想的, 已知 $u_i = 30\sin\omega t(V)$, 试分别画出输出电压 u_o 的波形, 并标出幅值。

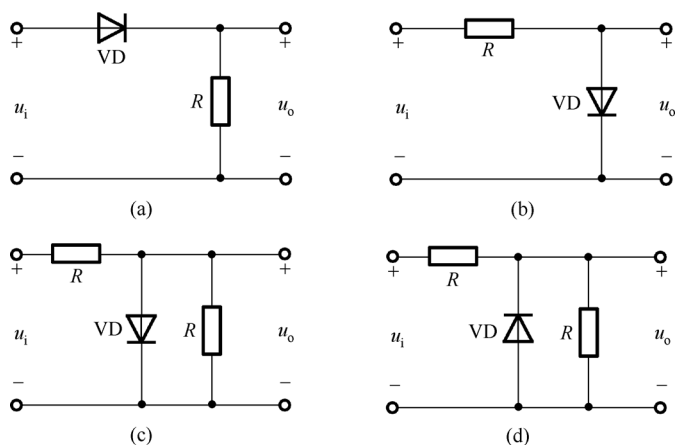
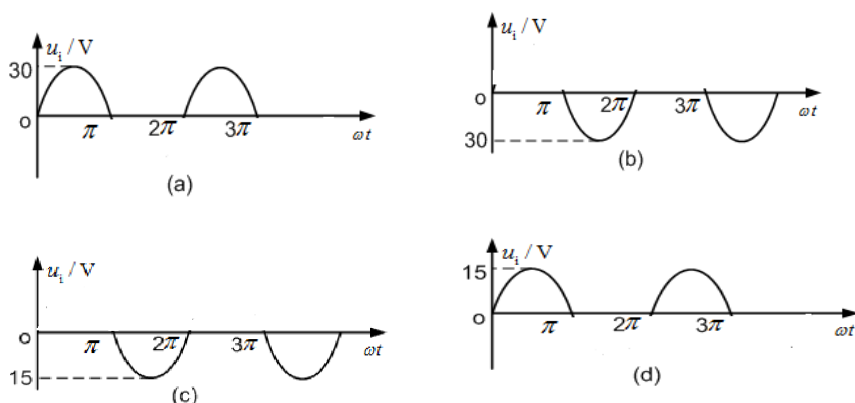


图 5.5 习题 5.6 电路图

- 解: (a) 正半波, VD 导通, $u_o = u_i$, 负半波, VD 截止, $u_o = 0$
 (b) 正半波, VD 导通, $u_o = 0$, 负半波, VD 截止, $u_o = u_i$
 (c) 正半波, VD 导通, $u_o = 0$, 负半波, VD 截止, $u_o = 0.5u_i$
 (d) 正半波, VD 截止, $u_o = 0.5u_i$, 负半波, VD 导通, $u_o = 0$



5.7 在图 5.6 所示电路中, 设二极管为理想的, 输入电压 $u_i = 10\sin\omega t(V)$, 试分别画出输出电压 u_o 的波形, 并标出幅值。

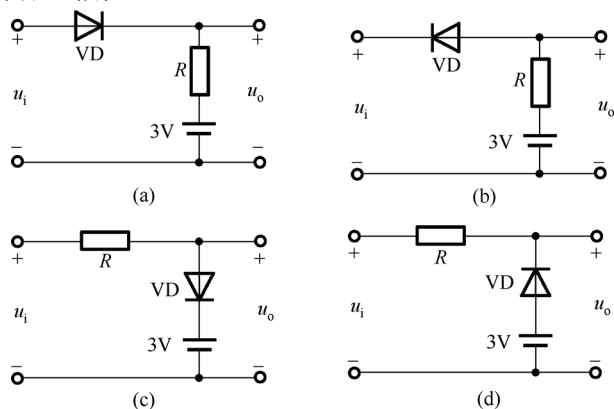
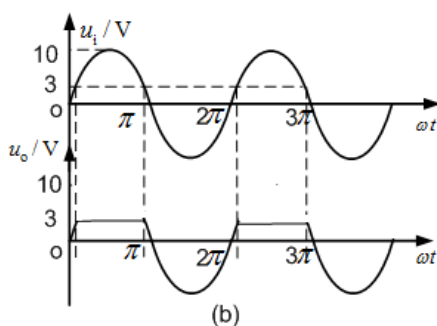
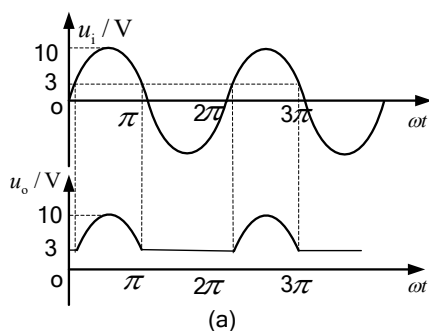


图 5.6 习题 5.7 电路图

- 解: (a) 断开 VD, $u_D = u_i - 3$ $\begin{cases} > 0, \text{VD 导通, 即 } u_i > 3\text{V}, u_o = u_i \\ < 0, \text{VD 截止, 即 } u_i < 3\text{V}, u_o = 3\text{V} \end{cases}$
- (b) 断开 VD, $u_D = 3 - u_i$ $\begin{cases} > 0, \text{VD 导通, 即 } u_i < 3\text{V}, u_o = u_i \\ < 0, \text{VD 截止, 即 } u_i > 3\text{V}, u_o = 3\text{V} \end{cases}$
- (c) 断开 VD, $u_D = u_i - 3$ $\begin{cases} > 0, \text{VD 导通, 即 } u_i > 3\text{V}, u_o = 3\text{V} \\ < 0, \text{VD 截止, 即 } u_i < 3\text{V}, u_o = u_i \end{cases}$ 图同 (b)
- (d) 断开 VD, $u_D = 3 - u_i$ $\begin{cases} > 0, \text{VD 导通, 即 } u_i < 3\text{V}, u_o = 3\text{V} \\ < 0, \text{VD 截止, 即 } u_i > 3\text{V}, u_o = u_i \end{cases}$ 图同 (a)



5.8 图 5.7 所示电路中, 设二极管为理想的, $u_i = 6\sin\omega t(\text{V})$, 试画出输出电压 u_o 的波形以及电压传输特性。

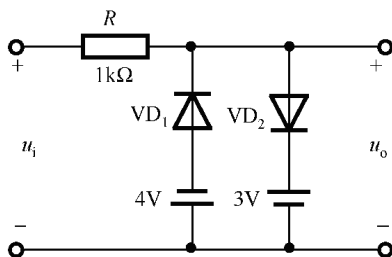
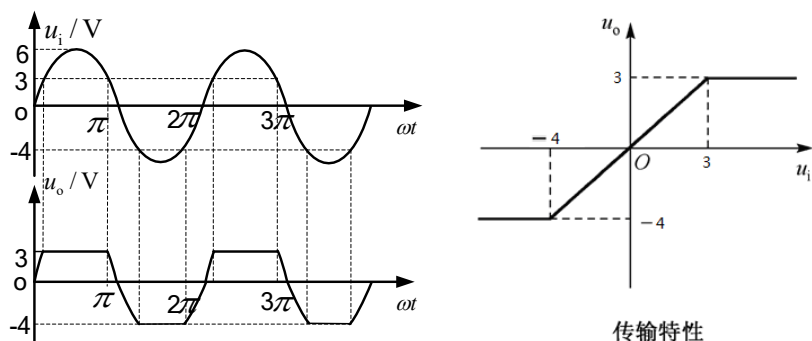


图 5.7 习题 5.8 电路图

解: 断开 VD₁ VD₂, $u_{D1} = 4 - u_i, u_{D2} = u_i - 3$

所以 $u_i > 3\text{V}$ 时, $u_{D1} < 0$, $u_{D2} > 0$ VD₁ 截止, VD₂ 导通, $u_o = 3\text{V}$
 $-4\text{V} < u_i < 3\text{V}$ 时, $u_{D1} < 0$, $u_{D2} < 0$ VD₁、VD₂ 均截止, $u_o = u_i$
 $u_i < -4\text{V}$ 时, $u_{D1} > 0$, $u_{D2} < 0$ VD₁ 导通, VD₂ 截止, $u_o = -4\text{V}$



2.9 图 5.8 所示电路中，设二极管是理想的，求图中标记的电压和电流值。

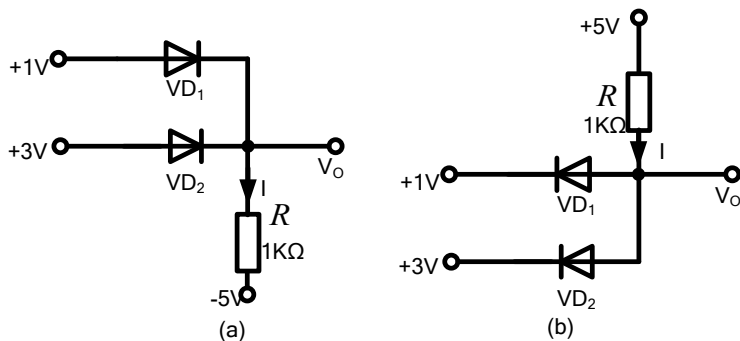


图 5.8 习题 5.9 电路图

解：(a) 高电平选择电路， VD_1 截止， VD_2 导通，

$$V_o = 3V, \quad I = \frac{V_o - (-5)}{R} = \frac{3 - (-5)}{1} = 8\text{mA}$$

(b) 低电平选择电路， VD_1 导通， VD_2 截止，

$$V_o = 1V, \quad I = \frac{5 - V_o}{R} = \frac{5 - 1}{1} = 4\text{mA}$$

5.10 在图 5.9 所示电路中，已知输出电压平均值 $U_{o(AV)} = 9V$ ，负载 $R_L = 100\Omega$ 。(1) 输入电压的有效值为多少？(2) 设电网电压波动范围为 $\pm 10\%$ 。选择二极管时，其最大整流平均电流 I_F 和最高反向工作电压 U_R 的下限值约为多少？

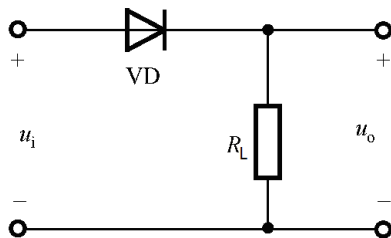


图 5.9 习题 5.10 电路图

解：半波整流，

$$U_I = \frac{U_{O(AV)}}{0.45} = 20(\text{V}), \quad I_{O(AV)} = \frac{U_{O(AV)}}{R_L} = 90(\text{mA})$$

$$I_D = I_{O(AV)} = 90(\text{mA}), \quad I_F = 1.1I_D = 99(\text{mA})$$

$$U_R = 1.1 \times \sqrt{2}U_I = 31.1(\text{V})$$

5.11 在图 5.10 所示的电路中, 电源 $u_i = 100 \sin \omega t (\text{V})$, $R_L = 1\text{k}\Omega$, 二极管为理想二极管。求: (1) R_L 两端的电压平均值; (2) 流过 R_L 的电流平均值; (3) 选择二极管时, 其最大整流平均电流 I_F 和最高反向工作电压 U_R 为多少?

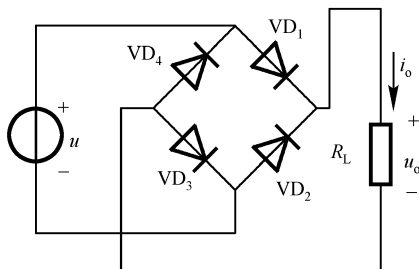


图 5.10 习题 5.11 电路图

解: 全波整流,

$$U_{O(AV)} = 0.9U_i = 0.9 \times \frac{100}{\sqrt{2}} = 63.6(\text{V}), \quad I_{O(AV)} = \frac{U_{O(AV)}}{R_L} = 63.6(\text{mA})$$

$$I_F = I_{D(AV)} = \frac{1}{2}I_{O(AV)} = 31.82(\text{mA})$$

$$U_R = \sqrt{2}U_i = 100(\text{V})$$

5.12 在桥式整流电容滤波电路中, 已知 $R_L = 120\Omega$, $U_{O(AV)} = 30\text{V}$, 交流电源频率 $f = 50\text{Hz}$ 。选择整流二极管, 并确定滤波电容的容量和耐压值。

解: $U_I = \frac{U_{O(AV)}}{1.2} = 25(\text{V}), \quad U_{D(RM)} = 1.1\sqrt{2}U_I = 38.9(\text{V})$

$$I_F = 1.1 \times I_{D(AV)} = 1.1 \times \frac{1}{2} \times I_{O(AV)} = 1.1 \times \frac{30}{2 \times 120} = 137.5(\text{mA})$$

$$R_L C = 4 \times \frac{T}{2} = 2 \times \frac{1}{50} = 0.04\text{s}, \quad C = \frac{0.04}{R_L} = \frac{0.04}{120} = 333.3\mu\text{F}。 \text{电容工作电压同}$$

二极管, 在这儿选择耐压 50V。

5.13 已知稳压管的稳压值 $U_Z = 6\text{V}$, 稳定电流的最小值 $I_{Z\min} = 4\text{mA}$ 。求图 5.11 所示电路中 U_{O1} 和 U_{O2} 。

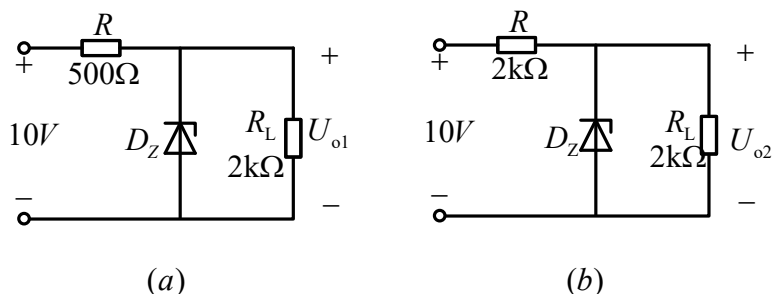


图 5.11 习题 5.13 电路图

解: (a) 断开 D_Z , $U_{DZ} = \frac{R_L}{R + R_L} \times 10 = 8(V) > U_Z$

假设 D_Z 稳压, $I_Z = \frac{10 - U_Z}{R} - \frac{U_Z}{R_L} = 8 - 3 = 5(\text{mA}) > I_{Z\min}$, 所以 D_Z 处于稳压状态, $U_{O1} = 6(V)$

(b) 断开 D_Z , $U_{DZ} = \frac{R_L}{R + R_L} \times 10 = 5(V) < U_Z$

所以 D_Z 处于截止状态, $U_{O2} = 5(V)$

5.14 图 5.12 中各电路的稳压管 VD_{Z1} 和 VD_{Z2} 的稳定电压值分别为 $8V$ 和 $12V$, 稳压管正向导通电压为 $0.7V$, 最小稳定电流是 $5mA$ 。试判断 VD_{Z1} 和 VD_{Z2} 的工作状态并求各个电路的输出电压 U_{ab} 。

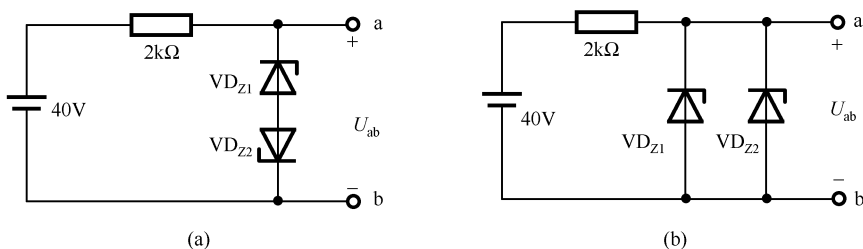


图 5.12 习题 5.14 电路图

解: (a) 假设 VD_{Z1} 处于反向击穿状态, VD_{Z2} 正向导通, $I_Z = \frac{40 - 8.7}{2} = 15.65(\text{mA}) > 5(\text{mA})$

所以 VD_{Z1} 处于稳压状态, VD_{Z2} 处于正向导通状态 $U_{ab} = 8.7(V)$

(b) 假设 VD_{Z1} 处于反向击穿状态, VD_{Z2} 处于反向截止 $I_Z = \frac{40 - 8}{2} = 16(\text{mA}) > 5(\text{mA})$

所以 VD_{Z1} 处于稳压状态, VD_{Z2} 处于反向截止状态 $U_{ab} = 8(V)$

5.15 已知稳压管稳压电路如图 5.13 所示, 稳压二极管的特性为: 稳压电压 $U_Z = 6.8V$, $I_{Z\max} = 10\text{mA}$, $I_{Z\min} = 0.2\text{mA}$, 直流输入电压 $U_I = 10V$, 其不稳定性 $\Delta U_I = \pm 1V$, $I_L = 0 \sim 4\text{mA}$ 。试求:

- (1) 直流输出电压 U_0 ;
- (2) 为保证稳压管安全工作, 限流电阻 R 的最小值;
- (3) 为保证稳压管稳定工作, 限流电阻 R 的最大值。

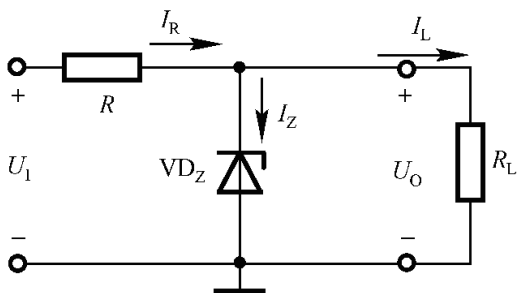


图 5.13 习题 5.15 电路图

解: (1) 直流输出电压 U_0 等于稳压管的稳压电压, 即 $U_0 = U_z = 6.8\text{V}$ 。

(2) R_{\min}

当 U_I 最大, R_L 开路时, 通过 R 的电流, 即通过稳压管的电流为最大。因此, 为保证稳压管安全工作, $I_z \leq I_{z\max}$, 由此可求得限流电阻的最小值为

$$R_{\min} = \frac{U_{I\max} - U_z}{I_{z\max} + I_{L\min}} = \frac{11\text{V} - 6.8\text{V}}{10\text{mA}} = 0.42\text{k}\Omega$$

(3) R_{\max}

当 U_I 最小, R_L 最小时, 流入稳压管的电流为最小; 为保证稳压管稳定工作, 要求 $I_z \geq I_{z\min}$ 。由此可得:

$$R_{\max} = \frac{U_{I\min} - U_z}{(I_{L\max} + I_{z\min})} = \frac{9\text{V} - 6.8\text{V}}{4\text{mA} + 0.2\text{mA}} = 0.52\text{k}\Omega$$

综合以上分析, 可选取限流电阻 $R=510\Omega$ 。

5.16 在下面几种情况下, 可选用什么型号的三端集成稳压器?

- (1) $U_o = +12\text{V}$, R_L 最小值为 15Ω ;
- (2) $U_o = +6\text{V}$, 最大负载电流 $I_{L\max} = 300\text{mA}$;
- (3) $U_o = -15\text{V}$, 输出电流范围 I_o 为 $10\sim 80\text{mA}$ 。

解: (1) $I_o = \frac{12}{15} = 800(\text{mA})$, 所以选 7812

(2) 选 78M06

(3) 选 79L15

5.17 电路如图 5.14 所示, 三端集成稳压器静态电流 $I_w = 6\text{mA}$, R_w 为电位器, 为了得到 10V 的输出电压, 试问应将 R'_w 调到多大?

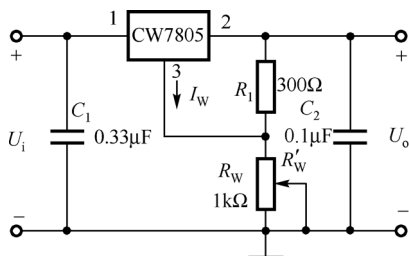


图 5.14 习题 5.17 电路图

解: $U_o = U_{23} + \left(\frac{U_{23}}{R_1} + I_W\right) \times R'_W = 5 + \left(\frac{5}{0.3} + 6\right) \times R'_W = 10\text{V}$

所以 $R'_W = 220(\Omega)$

5.18 电路如图 5.15 所示: (1) 求电路负载电流 I_O 的表达式; (2) 设输入电压 $U_i = 24\text{V}$, W7805 输入端和输出端间的电压最小值为 3V , $I_O \square I_W$, $R = 50\Omega$ 。求出电路负载电阻 R_L 的最大值。

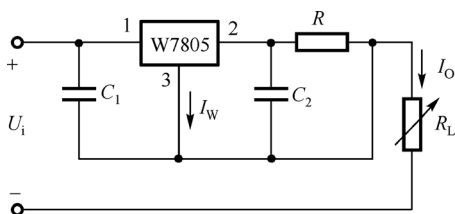


图 5.15 习题 5.18 电路图

解: $I_O = \frac{U_{23}}{R} + I_W$, $U_O = I_O R_L \approx \frac{U_{23}}{R} \times R_L \leq (24 - 3) - U_{23} = 16(\text{V})$

所以 $R_L \leq 160(\Omega)$

5.19 已知三端可调式集成稳压器 W117 的基准电压 $U_{\text{REF}} = 1.25\text{V}$, 调整端电流 $I_W = 50\mu\text{A}$, 用它组成的稳压电路如图 5.16 所示。(1) 若 $I_1 = 100I_W$, 忽略 I_W 对 U_o 的影响, 要得到 5V 的输出电压, 则 R_1 和 R_2 应选取多大; (2) 若 R_2 改为 $0 \sim 2.5\text{k}\Omega$ 的可变电阻, 求输出电压 U_o 的可调范围。

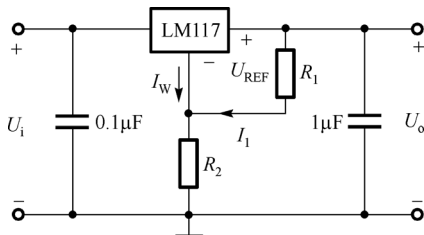


图 5.16 习题 5.19 电路图

解: (1) $U_O = I_1 \times (R_1 + R_2) = 5$, $U_{\text{REF}} = I_1 \times R_1$,

所以: $R_1 = 250(\Omega)$, $R_2 = 750(\Omega)$

(2) $R_2 = 0 \sim 2.5(\text{k}\Omega)$, $U_O = 1.25 + I_1 \times R_2 = 1.25 + 5 \times R_2$,

所以: $U_O = 1.25 \sim 13.75(\text{V})$

5.20 可调恒流源电路如图 5.17 所示, (1) 当 $U_{21}=U_{\text{REF}}=1.2\text{V}$, R 从 $0.8\sim 120\Omega$ 变化时, 恒流电流 I_o 的变化范围如何? (2) 当 R_L 用充电电池代替, 若 50mA 恒流充电, 充电电压 $V_o=1.5\text{V}$, 求电阻 R_L 。

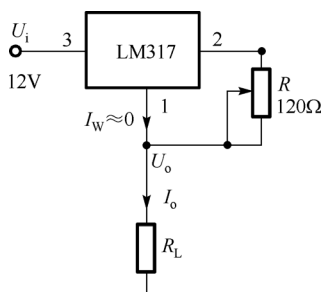


图 5.17 习题 5.20 电路图

解: (1) $I_o = \frac{U_{21}}{R} = \frac{1.2}{R} = 1.5\text{A} \sim 10\text{mA}$

(2) $R_L = \frac{V_o}{I_o} = \frac{1.5\text{V}}{50\text{mA}} = 30\Omega$