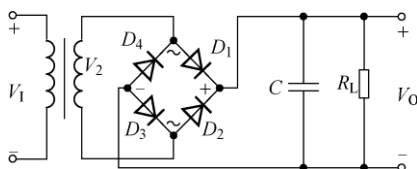


10.1 如题图 10.1 所示的电路中, 已知交流电源频率 $f=50\text{Hz}$, 负载电阻 $R_L=120\Omega$, 交流输出电压 $V_O=30\text{V}$ 。

- (1) 求直流负载电流 I_O ;
- (2) 求二极管的整流电流 $I_{F(AV)}$ 和最大峰值反向电压 PIV ;
- (3) 选择滤波电容的容量。



题图 10.1

解: (1) $I_O = \frac{V_O}{R_L} = \frac{30}{120} \text{ A} = 0.25 \text{ A}$

(2) 由于每个二极管仅有一半时间导通, 导通时 $IF = I_O$

截止时 $IF = 0$, 所以 $IF = \frac{1}{2} I_O = 0.125 \text{ A}$

半波整流二极管最大反向电压 $PIV = \sqrt{2}V_2$, $V_O \approx 1.1V_Z$, $V_2 = \frac{V_O}{1.1} = 27\text{V}$

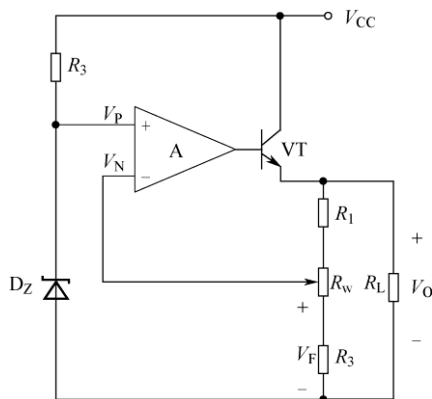
所以, $PIV = \sqrt{2}V_2 = 38.2\text{V}$

(3) 放电时间常数取 $\tau_d = R_L C \geq (3 \sim 5) \frac{T}{\sqrt{2}}$

滤波电容 $C \geq (3 \sim 5) \frac{1}{2R_L f}$ 取 $C = \frac{5}{2 \times 50 \times 120} \text{ F} = 420 \times 10^{-4} \text{ F} = 420 \mu\text{F}$

10.2 如题图 10.2 所示为串联型稳压电路, 已知 $R_1=R_2=R_W=200\Omega$, 稳压管的 $V_Z=6\text{V}$ 。

- (1) 分析电路的工作原理;
- (2) 计算输出电压的调节范围。



题图 10.2

解: (1) 若外界条件变化引起 V_O 发生变化, 比如假设输入电压 V_I 增加, 必然会使输出电压 V_O 有所增加, 输出电压经过取样电路取出一部分信号 V_F 与基准源电压 V_{REF} 比较, 获得变小的误差信号 ΔV , ΔV 经放大后输出减小了的 V_{O1} , 进而 V_E (即 V_O) 减小, 管压降 V_{CE} 增加,

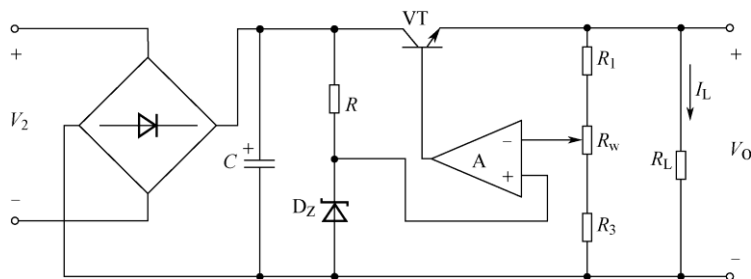
从而抵消输入电压增加的影响。显然若 V_O 增加, 该电路也能相应调节输出。

$$(2) V_O \approx V_{O1} = (1 + \frac{R'_w + R_1}{R'_w + R_3}) V_{REF}, \text{ 代入可得 } V_O = 9 \sim 18V$$

10.3 如题图 10.3 所示电路中, 稳压管 $V_Z=5V$, $R_1=R_3=200\Omega$ 。

(1) 要求 R_w 滑动端在最下端时 $V_O=15V$, 请问 R_w 的阻值为多少?

(2) 在 (1) 选定的 R_w 情况下, 当 R_w 滑动端在最上端时 $V_O=?$



题图 10.3

解: (1) 利用运放引入负反馈, 具有“虚短”和“虚断”的特点 $V_N = V_P = V_Z$

$$\text{当 } R_w \text{ 滑动端在最下端时输出电压 } V_O = \frac{R_1 + R_w + R_3}{R_3 + R_w} V_N$$

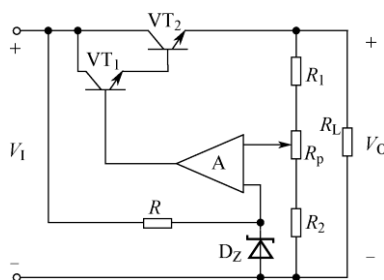
$$R_w \text{ 的阻值为 } R_w = \frac{V_O}{V_N} R_3 - R_1 - R_3 = \left(\frac{15}{5} \times 0.2 - 0.2 - 0.2 \right) k\Omega = 200\Omega$$

$$(2) \text{ 当 } R_w \text{ 滑动端在最上端时输出电压 } V_O = \frac{R_1 + R_w + R_3}{R_3 + R_w} V_N = \frac{3}{2} \times 5V = 7.5V$$

10.4 串联型稳压电路如题图 10.4 所示, 已知稳压管 $V_Z=6V$, $R_1=200\Omega$, $R_p=100\Omega$, $R_2=200\Omega$, 负载 $R_L=20\Omega$ 。

(1) 标出运算放大器 A 的同相输入端和反相输入端;

(2) 试求输出电压 V_O 的调整范围。



题图 10.4

解: (1) 由于串联稳压电路是电压串联负反馈电路, 为了实现负反馈, 取样网络因接到运算放大器的反相输入端, 基准电压应接到运算放大器的同相输入端, 所以, 运算放大器 A 的上端为反相输入端 (-), 下端为同相输入端 (+)。

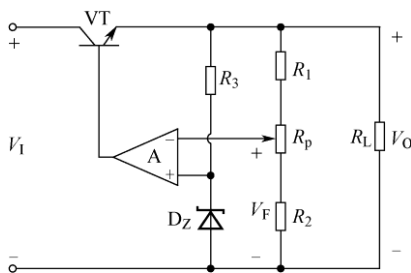
$$(2) \text{ 根据 } V_{O\min} = \frac{R_1 + R_p + R_2}{R_p + R_2} V_Z = \frac{200 + 100 + 200}{100 + 200} \times 6V = 10V$$

$$V_{O\max} = \frac{R_1 + R_p + R_2}{R_2} V_Z = \frac{200 + 100 + 200}{200} \times 6V = 15V$$

10.5 电路如题图 10.5 所示, 已知 $V_Z=4\text{V}$, $R_1=R_2=3\text{k}\Omega$, 电位器 $R_p=10\text{k}\Omega$ 。

(1) 输出电压 V_O 的最大值、最小值各为多少?

(2) 要求输出电压 V_O 可在 6V 到 12V 之间调节, 则 R_1 、 R_2 、 R_p 之间应满足什么条件?



题图 10.5

解: (1) 根据

$$V_o = (1 + \frac{R_1 + R_p}{R_p + R_2}) V_Z$$

$$\text{则有 } (1 + \frac{R_1}{R_p + R_2}) V_Z \leq V_o \leq (1 + \frac{R_1 + R_p}{R_2}) V_Z,$$

$$\text{即 } (1 + \frac{3k}{10k + 3k}) \cdot 4 = 4.923\text{V} \leq V_o \leq (1 + \frac{3k + 10k}{3k}) \cdot 4 = 5.33\text{V}$$

$$(2) \text{ 即 } V_{o\min} = (1 + \frac{R_1}{R_p + R_2}) V_Z = 6\text{V}, \quad V_{o\max} = (1 + \frac{R_1 + R_p}{R_2}) V_Z = 12\text{V}$$

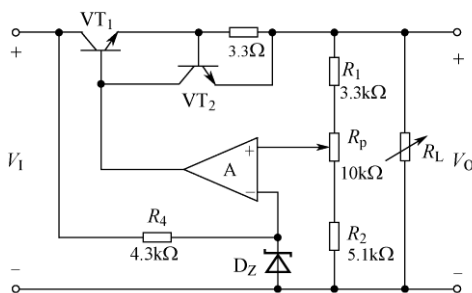
$$\text{可得 } R_1 = R_2 = R_p$$

10.6 稳压电路如题图 10.6 所示, 稳压管 D_Z 的稳压值 $V_Z=6\text{V}$ 。

(1) 该电路能否稳压? 为什么? 如不能稳压, 应怎样改正 (不增减电路元器件)?

(2) 正常稳压时, 求 V_O 的变化范围是多少?

(3) 电路中的 VT_2 和 R_3 起什么作用?



题图 10.6

解: (1) 不能, 由于串联稳压电路是电压串联负反馈电路, 为了实现负反馈, 取 样 网 络应接到运算放大器的反相输入端吗, 基准电压应接到运算放大器的同 相输入端, 所以, 运算放大器 A 的上端为反相输入端 (-), 下端为同相输入 端 (+)。

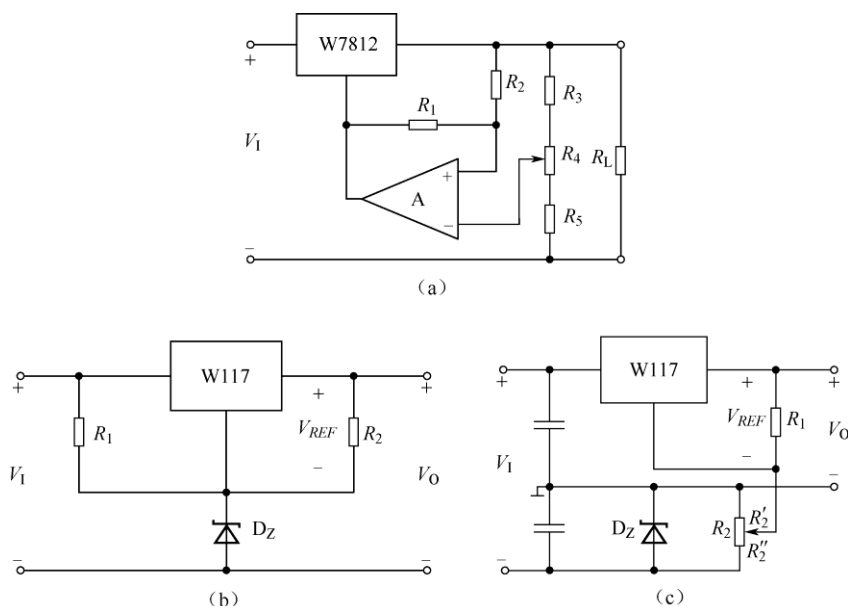
$$(2) \text{ 根据 } V_{o\min} = \frac{R_1 + R_p + R_2}{R_p + R_2} V_Z = \frac{3.3 + 10 + 5.1}{5.1} \times 6\text{V} \approx 7.3\text{V}$$

$$V_{O\max} = \frac{R_1 + R_p + R_2}{R_2} V_Z = \frac{3.3 + 10 + 5.1}{5.1} \times 6V \approx 21.65V$$

输出电压 V_O 的变化范围是 $7.3V \sim 21.65V$ 。

(3) 电路中的 VT_2 和 R_3 起限流型保护电路, R_3 对输出电流 I_O 进行检测, 其压降 $U_R = I_O R_3$, VT_2 集电极与发射极之间的电压 $U_{BE2} = U_R$, 在正常的情况下, U_R 较小, 不足以使 VT_2 导通, 因而 VT_2 管截止, 保护电路对稳压电路没有影响。当负载电流 I_O 超过某一临界值 I_{CM} 后, U_R 增大使 VT_2 导通, 将调整管 VT_1 电流的增长, 保护了调整管。

10.7 试分别求出题图 10.7 所示各电路输出电压 V_O 的表达式。



题图 10.7

解: 图 (a) 所示电路是 W7812 组成的输出电压可调节的串联型稳压电源。W7812 的输出为 $V_{REF} = 12V$, 由于流过 R_1 、 R_2 的电流近似相等, 即 $I = \frac{V_{REF}}{R_1 + R_2}$, 所以基准电压:

$$V_R = V_N = V_O - IR_2 = V_O - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{REF}$$

而集成运放由 R_1 引入了负反馈, 具有“虚短”和“虚断”的特点, 同相输入端和反相输入端的电位相等。 R_3 、 R_4 、 R_5 是采样电路。

$$V_P = \frac{R_{4\downarrow} + R_5}{R_3 + R_4 + R_5} V_O = V_N = V_O - \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{REF} \quad \text{即} \quad V_O = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{R_3 + R_4 + R_5}{R_3 + R_{4\uparrow}} V_{REF}$$

$$\text{可知 } V_O \text{ 的变化范围 } \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{R_3 + R_4 + R_5}{R_3 + R_4} V_{REF} \leq V_O \leq \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{R_3 + R_4 + R_5}{R_3} V_{REF}$$

图 (b) 是 W117 输出电压拓展电路, 输出电压的表达式:

$$V_O = V_Z + V_{REF} = V_Z + 1.25V$$

图 (c) 也是 W117 输出电压拓展电路, 注意电压的正负, 输出电压的表达式:

$$V_O = V_{REF} - \frac{R_2'}{R_2} \cdot V_Z$$

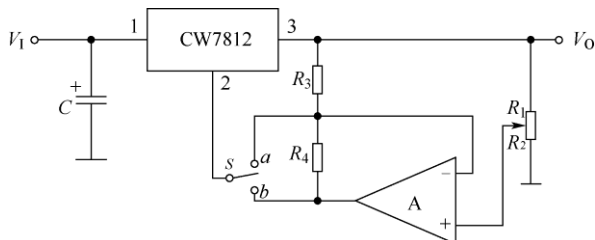
输出电压的最小值 $V_{O\min} = V_{REF} - V_Z$

输出电压的最大值 $V_{O\max} = V_{REF}$

所以输出电压的范围为 $(V_{REF} - V_Z) \sim V_Z$

10.8 已知电路如题图 10.8 所示，电位器的滑动端位于图中所示位置，试求：

- (1) 当开关 S 切换到 a 点时，写出 V_O 的函数表达式。
- (2) 当开关 S 切换到 b 点时，写出 V_O 的函数表达式。



题图 10.8

解：由题已知三端集成稳压器的输出 $V_{32} = +12V$ 。对于运放利用“虚短”和“虚断”，可得

$$(1) \text{ 当开关 S 切换到 a 点时, 运放构成电压跟随器, 则 } V_{R1} = V_{32} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_O$$

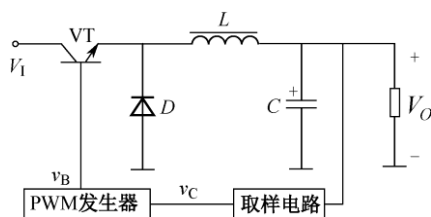
$$\text{此时输出电压的函数表达式为 } V_O = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \times 12V$$

$$(2) \text{ 当开关 S 切换到 b 点时, 则 } V_{R3} = \frac{R_3}{R_3 + R_4} V_{32} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_O$$

$$\text{此时输出电压的函数表达式为 } V_O = \frac{R_3}{R_3 + R_4} \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \times 12V$$

10.9 串联型开关式稳压电源原理图如题图 10.9 所示。已知：输入电压 V_I 是整流滤波后的直流电压，矩形波发生器 v_B 使三极管工作在开关状态，其频率为 f ，每个周期内为高电平的时间是 T_{on} ， T_{on} 随取样电路的输出 v_C 自动调节大小；VT 的饱和管压降和穿透电流均可忽略不计，电感 L 上的直流压降可忽略不计。

- (1) 二极管 D 的主要功能是什么？它在何时导通？
- (2) v_C 与 V_O 之间、 T_{on} 与 v_C 之间有什么关系？
- (3) 调整管 VT 的管耗什么时候最大？
- (4) 为了使输出电压的纹波电压小， L 和 C 应如何取值？



题图 10.9

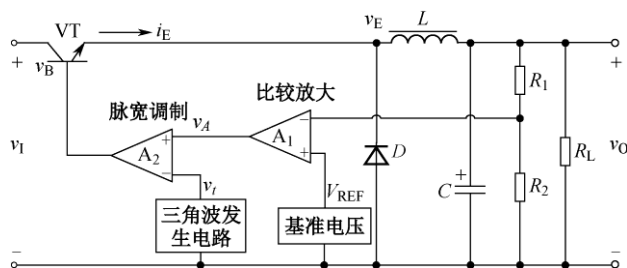
解：（1）续流二极管。在 VT 截止时导通。

（2） V_C 与 V_O 成正比关系， T_{on} 与 V_C 之间也成正比关系。

（3）饱和导通时最大。

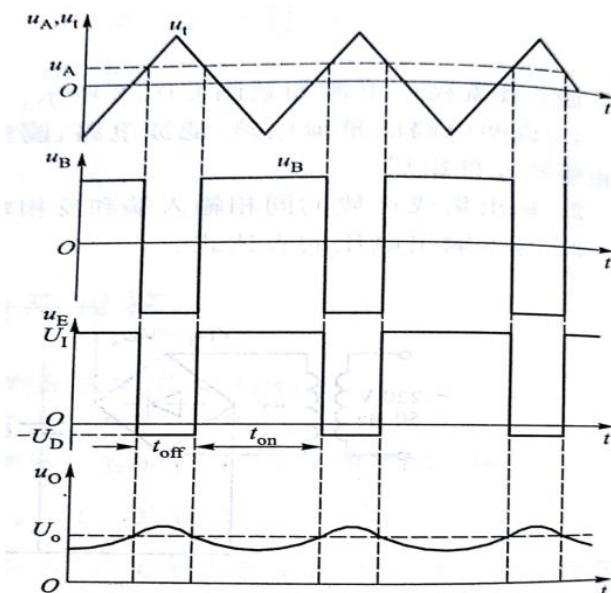
（4）L 大，C 小。

10.10 串联开关型稳压电路题图 10.10 所示，如果采样电压大于基准电压，试定性画出 v_A 、 v_I 、 v_B 、 v_E 、 v_O 波形。



题图 10.10

解：

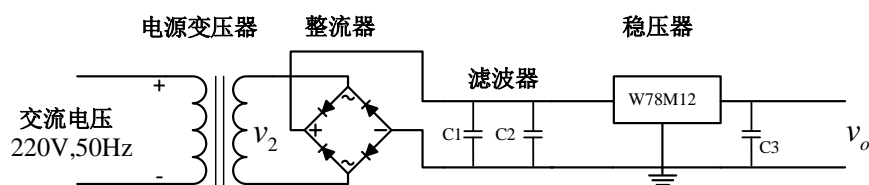


10.11 试设计一台直流稳压电源，其输入为 220V/50 Hz 交流电源，输出直流电压为+12 V，最大输出电流为 500mA，试采用桥式整流电路和三端集成稳压器构成，并加有电容滤波电路（设三端稳压器的压差为 5V），要求：

（1）画出电路图；

（2）确定电源变压器的变比，整流二极管、滤波电容器的参数，三端稳压器的型号。

解：（1）电路如图所示：



（2）稳压管的型号为 W78M12；

由于三端稳压器的压差为 5V，且 $V_o=12V$ ，则要求稳压管输入要大于 17V，则 V2 要大于 $17/0.9=18.9\approx 19V$ ，则变压器的匝数比要小于等于 11；

整流二极管：

二极管承受反相电压满足 $V_{BR} > PIV = \sqrt{2}v_2 = 26.8V$ ，电流满足 $I_{F(AV)} > I_{VD(avg)} = 500mA$ ，

考虑到容量和效率，电流应满足大于 1A。

由于负载不确定，根据最大输出电路为 500mA，可以电容 C1 的值为 1000-2000 μF ，电容 C2 为 10 μF 左右，C3 为 1 μF 。