

7-1 D_Z 起稳幅作用，其稳定电压 $\pm U_Z = \pm 6V$ 。试估算：

- (1) 输出电压不失真情况下的有效值；
- (2) 振荡频率。

解答：

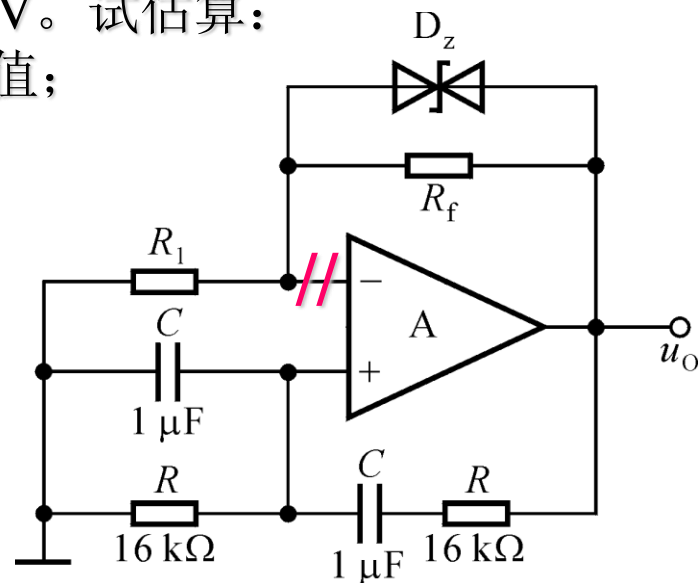
- (1) 输出电压不失真情况下的峰值
是稳压管的稳定电压，故其有效值

$$\frac{U_o}{U_Z} = \frac{R_1 + R_f}{R_f} = \frac{3R_1}{2R_1} = 1.5$$

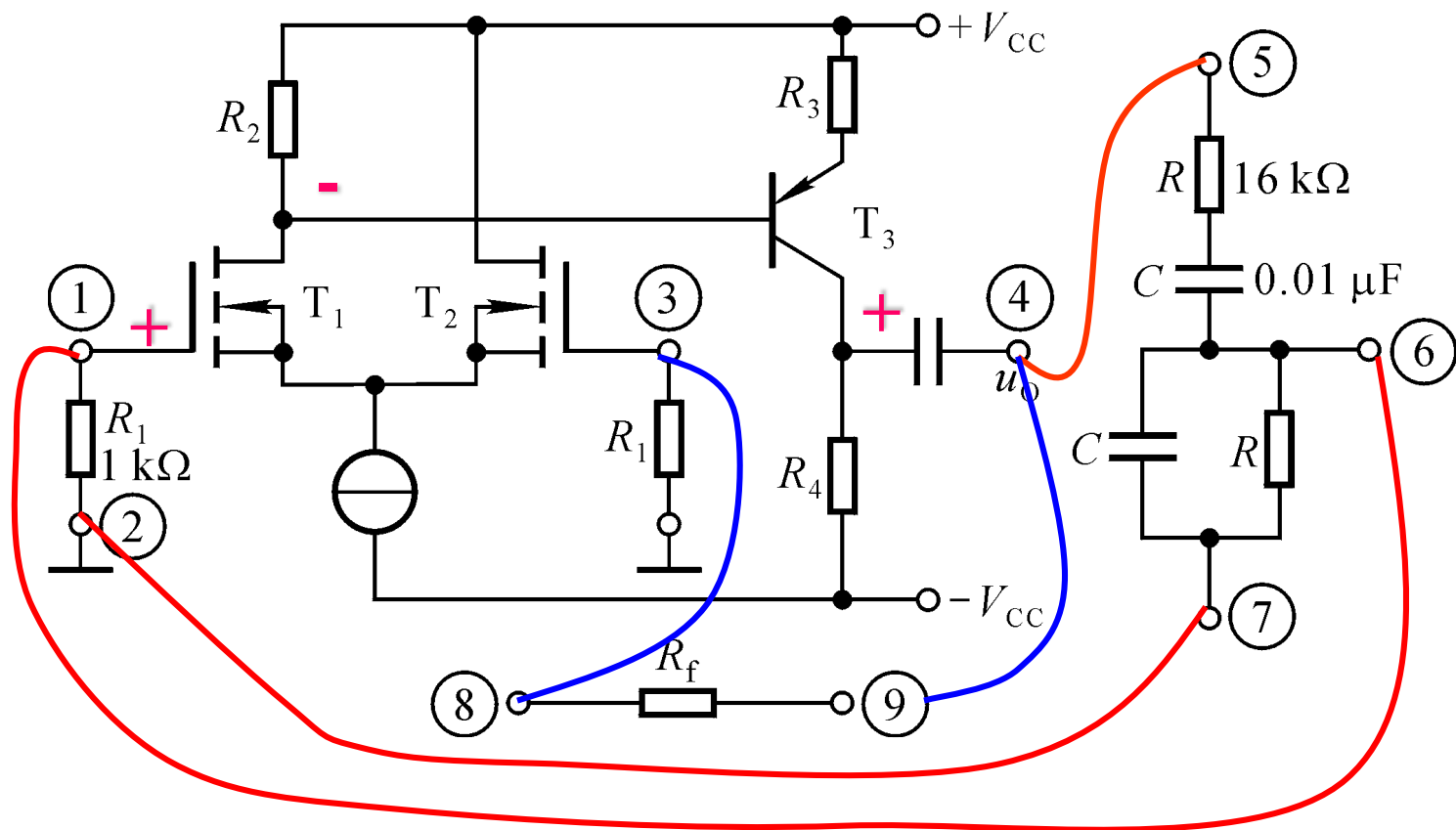
$$U_o = \frac{1.5 U_Z}{\sqrt{2}} \approx 6.36V$$

- (2) 电路的振荡频率

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \approx 9.95Hz$$

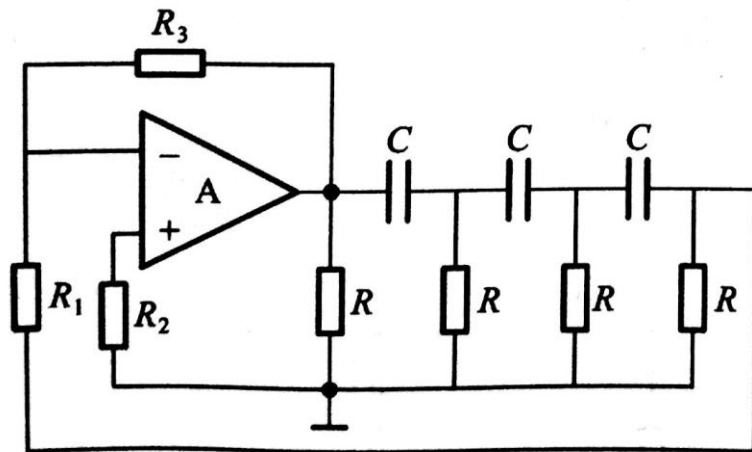


7-2 试将图示电路合理连线，组成RC桥式正弦波振荡电路

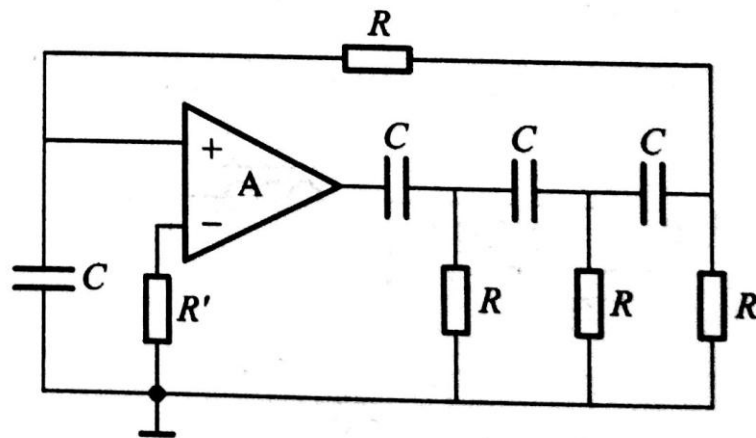


④、⑤与⑨相连，③与⑧相连，①与⑥相连，②与⑦相连。

7-3 电路如题 8.7 图所示,试判断这些电路是否有可能产生正弦波振荡。



(a)

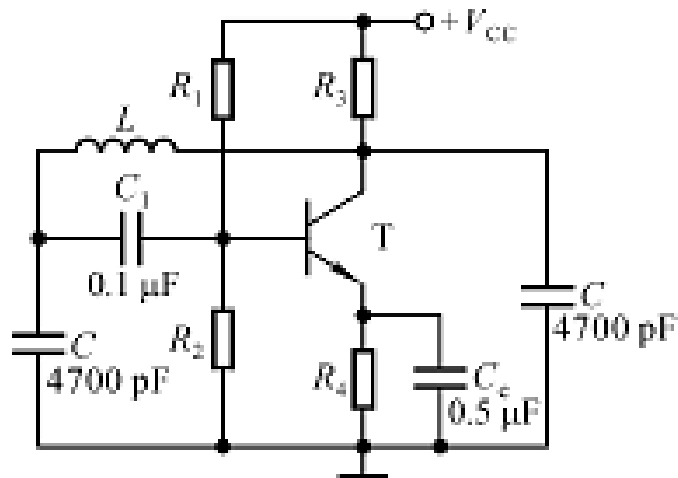


(b)

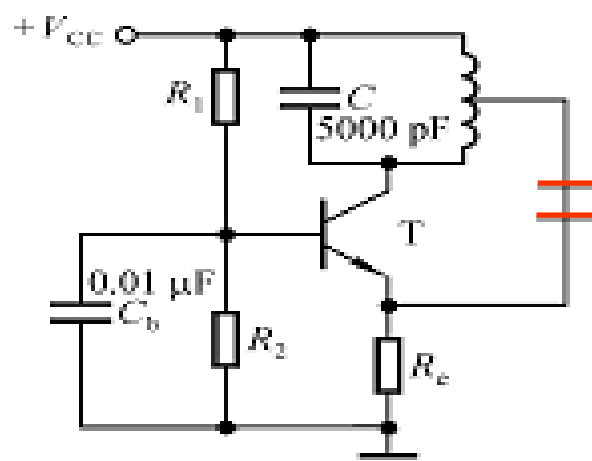
解答: 图(a)电路中,放大电路是反相输入比例器, $\varphi_A = -180^\circ$; 三节 RC 相移电路最大相移为 270° , 当三节 RC 电路相移为 180° 时, $\varphi_A + \varphi_F = 0$ 。所以,本电路有可能产生振荡。

图(b)电路中反馈信号接到运放 A 的同相输入端, $\varphi_A = 0$; 四节 RC 移相电路中有三节 RC 移相电路是超前移相网络, 一节 RC 移相电路是滞后移相网络, 等效为两节 RC 超前移相网络, 最大相移为 180° , 不满足 $\varphi_A + \varphi_F = 2n\pi$ 的条件, 故而不可能产生振荡。

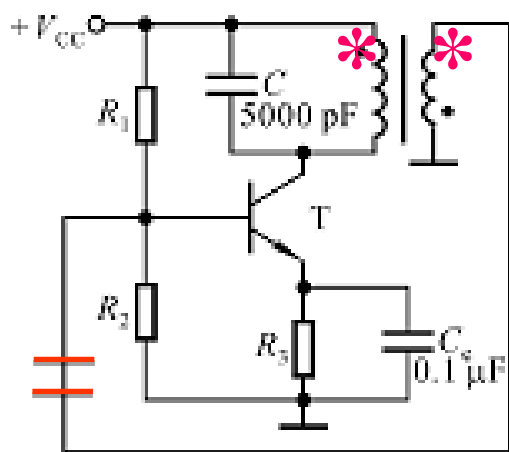
7-4 电路是否满足正弦波振荡的条件?试改正错误之处。



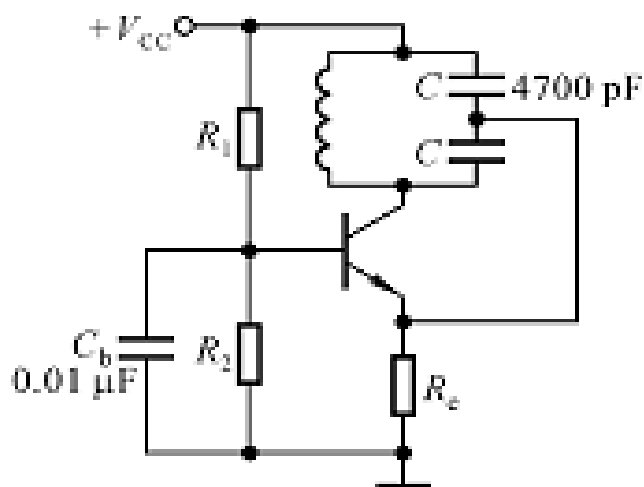
(a)



(b)



(c)

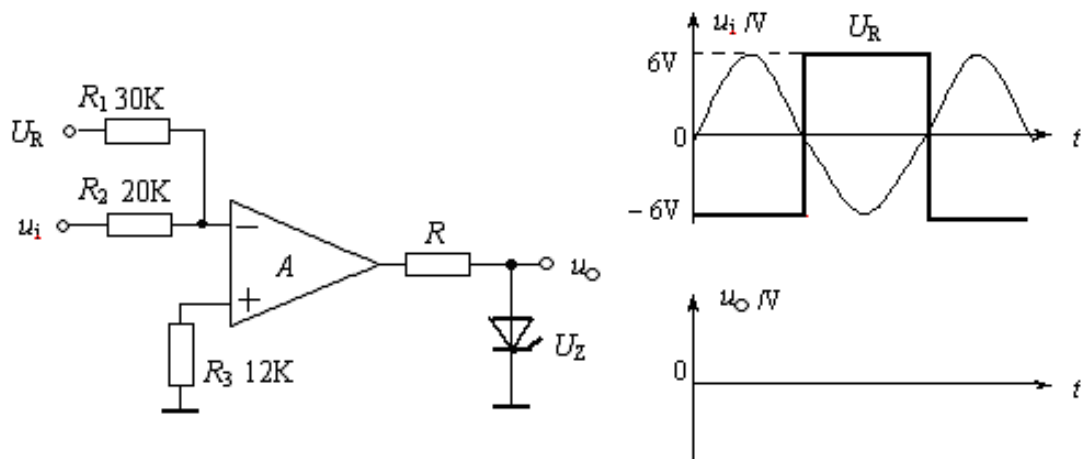


(d)

解答:

- (a) 可能
- (b) 不能
- (c) 不能
- (d) 可能

7-5 用理想运放组成的电压比较器如图所示。已知稳压管的正向导通压降 $U_D=0.7V$ ， $U_Z=5V$ 。1) 试求比较器的电压传输特性；
2) 若 $u_i=6\sin\omega tV$ ， U_R 为方波如图所示，试画出 u_o 的波形。

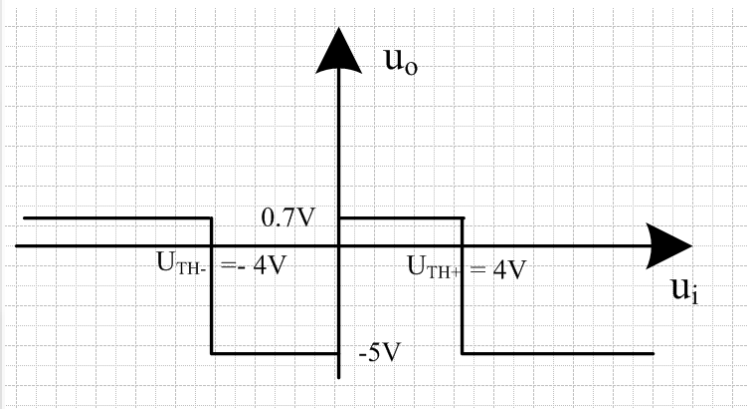
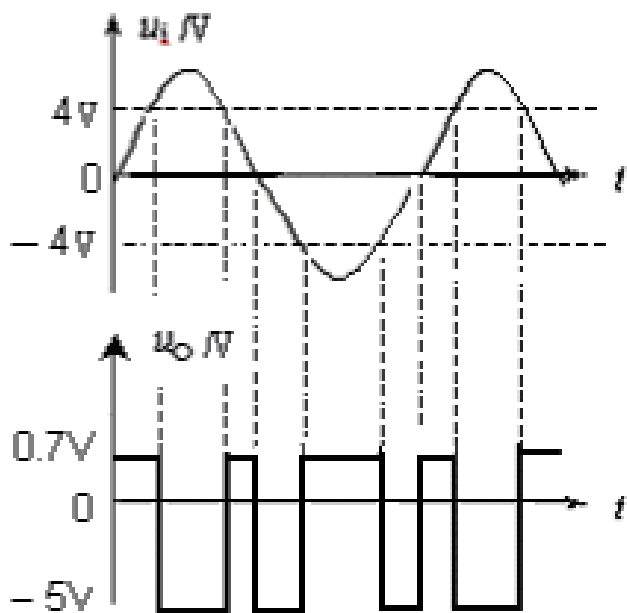


解答:

$$U_T = -\frac{R_2}{R_1} U_R = -\frac{2}{3} U_R$$

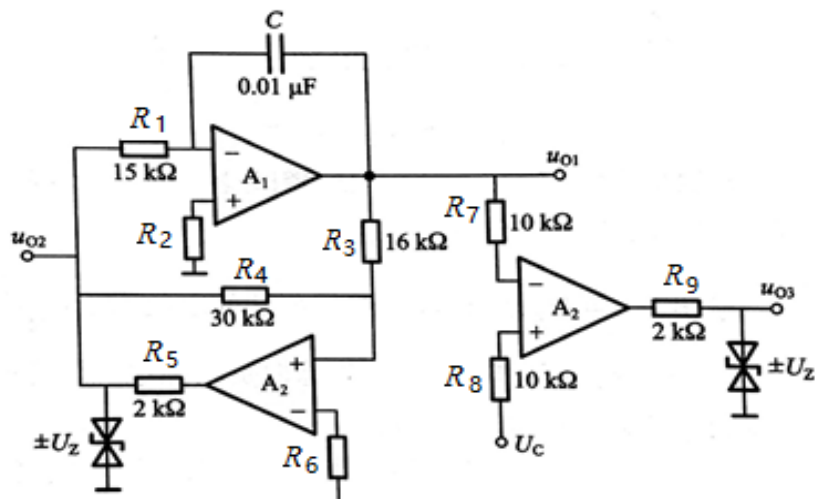
当 $u_i > 0$ 时， $U_R = -6V$ ， $U_{TH} = 4V$ ；

当 $u_i < 0$ 时， $U_R = 6V$ ， $U_{TH} = -4V$ ；



7-6 如图所示电路中：设集成运放的最大输出电压为 $\pm 14\text{V}$ ，稳压管的 $U_Z = \pm 12\text{V}$ ，控制电压信号 U_C 的值再 u_{o1} 的两个峰值之间变化。

(1) 简述电路组成及工作原理。(2) 求 u_{o1} 的周期。(3) 求 u_{o3} 的占空比与 U_C 的函数关系；并设 $U_C = 2.5\text{V}$ ，试画出 u_{o1} 、 u_{o2} 和 u_{o3} 的波形。



解答：

1) A1组成反相积分器，A2滞回比较器，两个环节形成闭环后构成三角波-方波发生器。A3组成单限电压比较器。

(2) 由于 A₂ 的反相输入端电压为零,利用叠加原理可求得 A₂ 的同相输入端电压为

$$u_{+2} = \frac{u_{o1}}{R_3 + R_4} R_4 + \frac{u_{o2}}{R_3 + R_4} R_3$$

u_{+2} 过零时,比较器输出电压发生跃变,即比较器的翻转条件为

$$\frac{u_{o1}}{R_3 + R_4} R_4 + \frac{u_{o2}}{R_3 + R_4} R_3 = 0$$

7-6 解答:

求解上式可得比较器翻转时 u_{O1} 与 u_{O2} 的关系

$$u_{O1} = -\frac{R_3}{R_4} u_{O2}$$

当 $u_{O2} = -U_Z = -12 \text{ V}$ 时

$$u_{O1} = U_{O1m} = -\frac{R_3}{R_4} u_{O2} = -\frac{16}{30} \times (-12) \text{ V} = 6.4 \text{ V}$$

当 $u_{O2} = U_Z = 12 \text{ V}$ 时

$$u_{O1} = -U_{O1m} = -\frac{R_3}{R_4} u_{O2} = -\frac{16}{30} \times 12 \text{ V} = -6.4 \text{ V}$$

因为 A_1 积分器的输出电压 u_{O1} 为三角波, 比较器输出电压 u_{O2} 为方波。所以

$$u_{O1}(t) = -\frac{1}{R_1 C} \int_{t_1}^t u_{O2} dt + u_{O1}(t_1) = -\frac{u_{O2}}{R_1 C} t + u_{O1}(t_1)$$

即 u_{O1} 随时间 t 线性的变化。

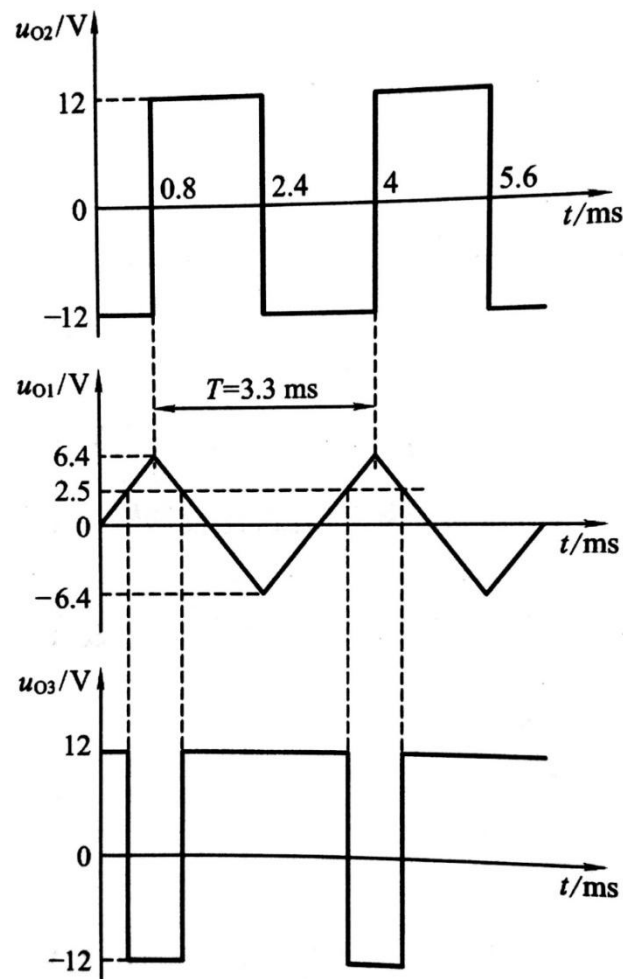
令 $t_1 = 0$, 那么, $u_{O1}(0) = 0$

当 $t = t_1 + \frac{T}{4}$ 时

$$u_{O1}\left(\frac{T}{4}\right) = \frac{12}{R_1 C} \frac{T}{4} = U_{O1m} = 6.4 \text{ V}$$

$$T = \frac{6.4}{3} R_1 C = \frac{6.4}{3} \times 15 \times 10^3 \times 0.1 \times 10^{-6} \text{ ms} = 3.2 \text{ ms}$$

即电路的振荡周期为 3.2 ms。



7-6 解答:

(3) 设 u_{O3} 波形的占空比 ϵ 与控制信号 U_C 成线性关系, 其函数关系为

$$\epsilon = \frac{T_1}{T} = aU_C + b$$

当 $U_C = 0$ 时, u_{O3} 为方波, 占空比为 50%, 得常数 $b = 0.5$ 。

当 $U_C = \frac{1}{2} U_{O1m} = 3.2 \text{ V}$ 时, 占空比为 75%, 可得比例系数 $a = \frac{5}{64} \text{ V}^{-1}$

于是得

$$\epsilon = \frac{5}{64} U_C + 0.5$$

当 $U_C = 2.5 \text{ V}$ 时, u_{O3} 矩形脉冲的占空比为

$$\epsilon = \frac{5}{64} \times 2.5 + 0.5 \approx 70\%$$