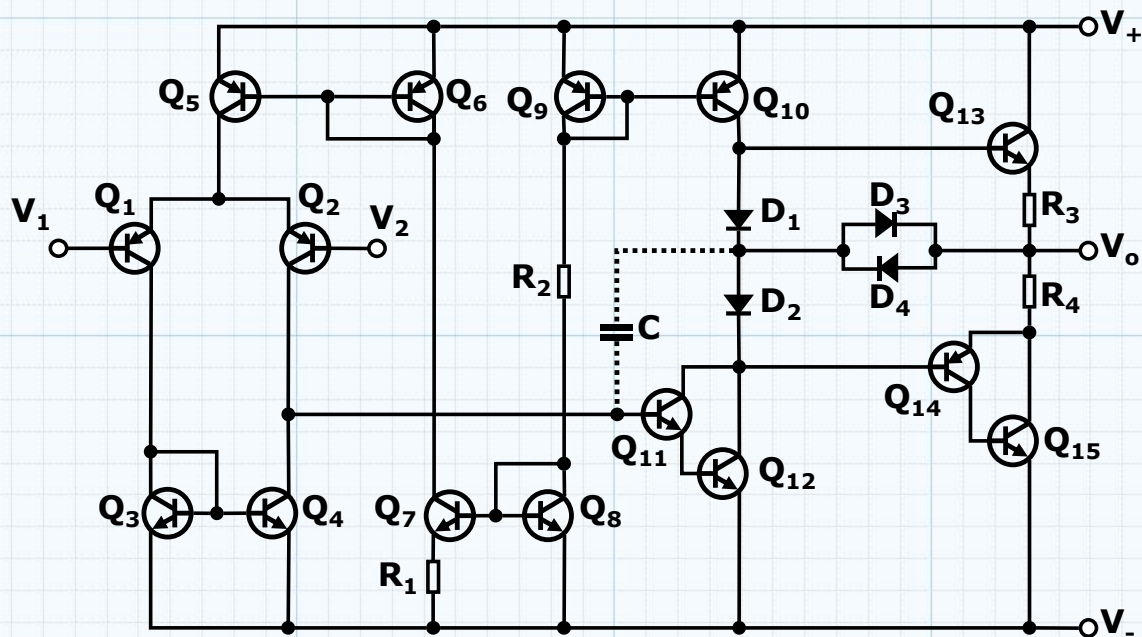


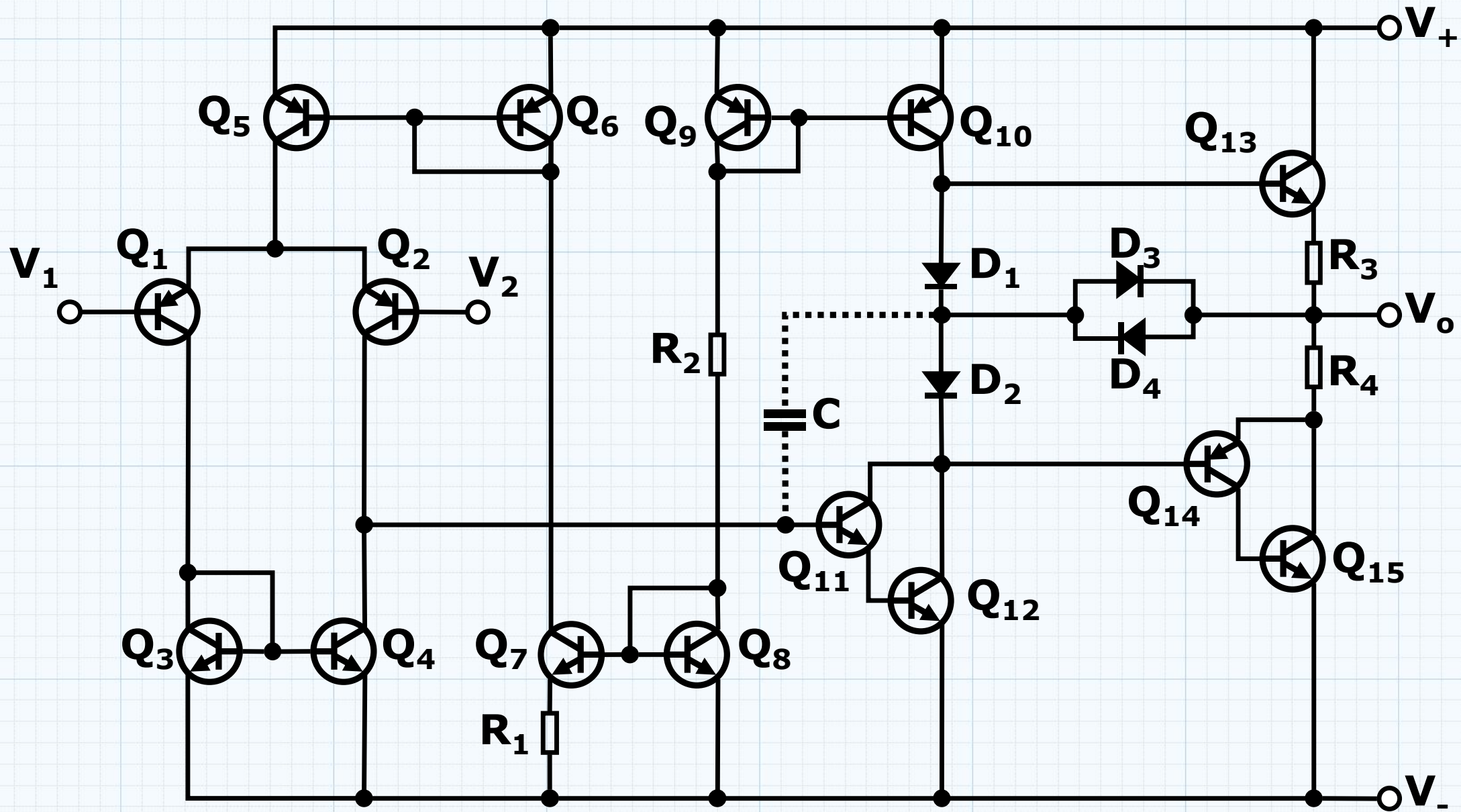
电子线路分析与设计 2023

# 2022 期末试题

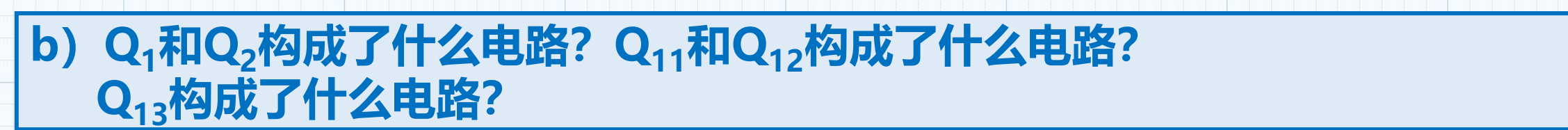


一、(25分) 下图电路为某个简化版的运放的电路。请问：

- 哪些晶体管构成了镜像电流源？
- Q1和Q2构成了什么电路？Q11和Q12构成了什么电路？Q13构成了什么电路？
- D1、D2的作用是什么？
- 当R3 和R4 = 1欧姆时，电路在发生保护动作之前，从Vo端输出的最大电流是多少？
- 若已知 $V_+ = 10V$ ， $V_- = -10V$ ， $R_2 = 1k\Omega$ ，电路在 $V_1 = V_2 = 0$ 时， $V_o = 0$ 。请估算电路的静态功耗；
- V1和V2中，哪个是运放的同相输入端？
- 电容C的作用是什么？
- 若引入两个额外的电阻来构造增益为 $A_{VF} = -10$ 的反馈放大电路，请画出这样的电路（可以在只画出两个电阻、和对应于电路中的节点）。

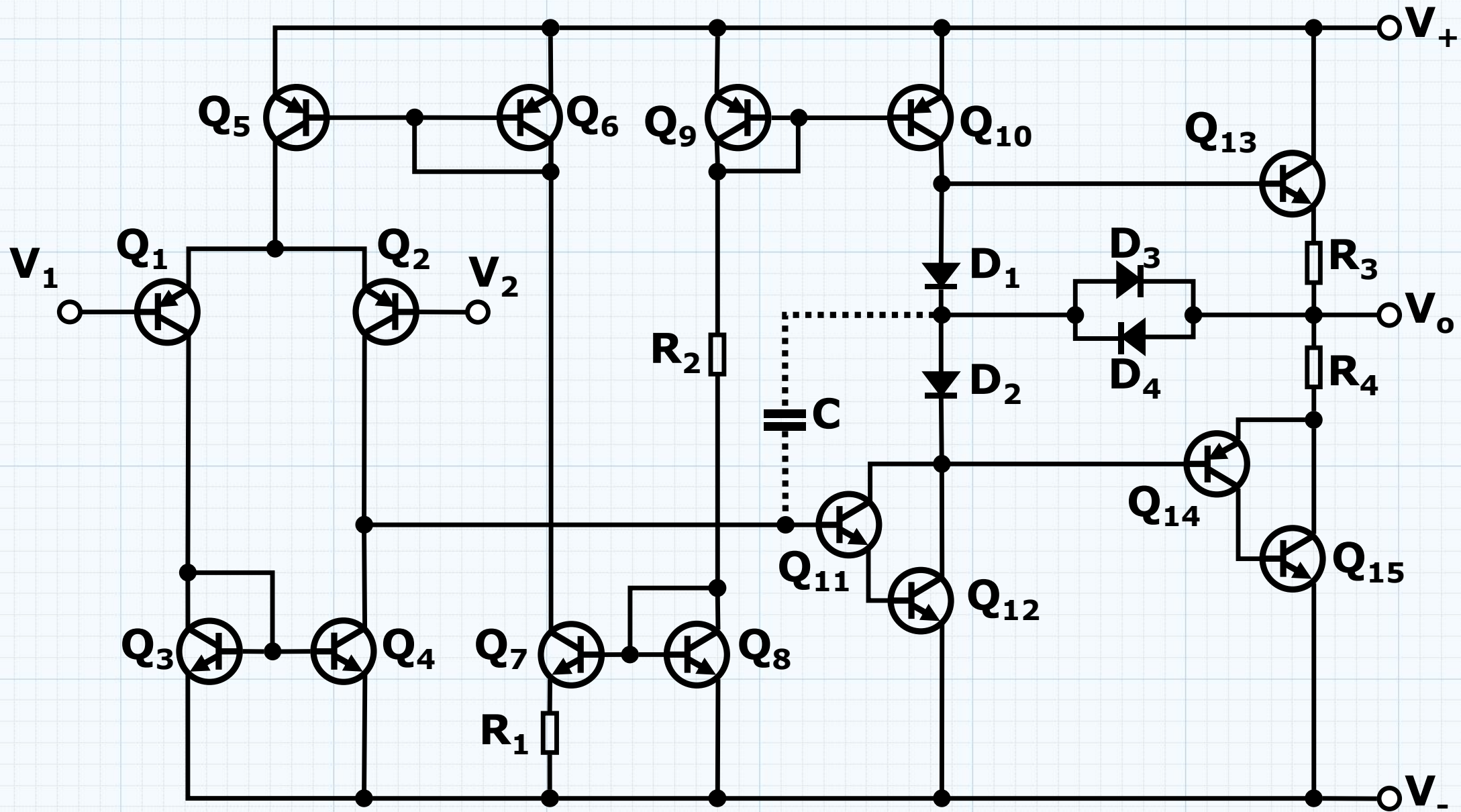


a) 哪些晶体管构成了镜像电流源?

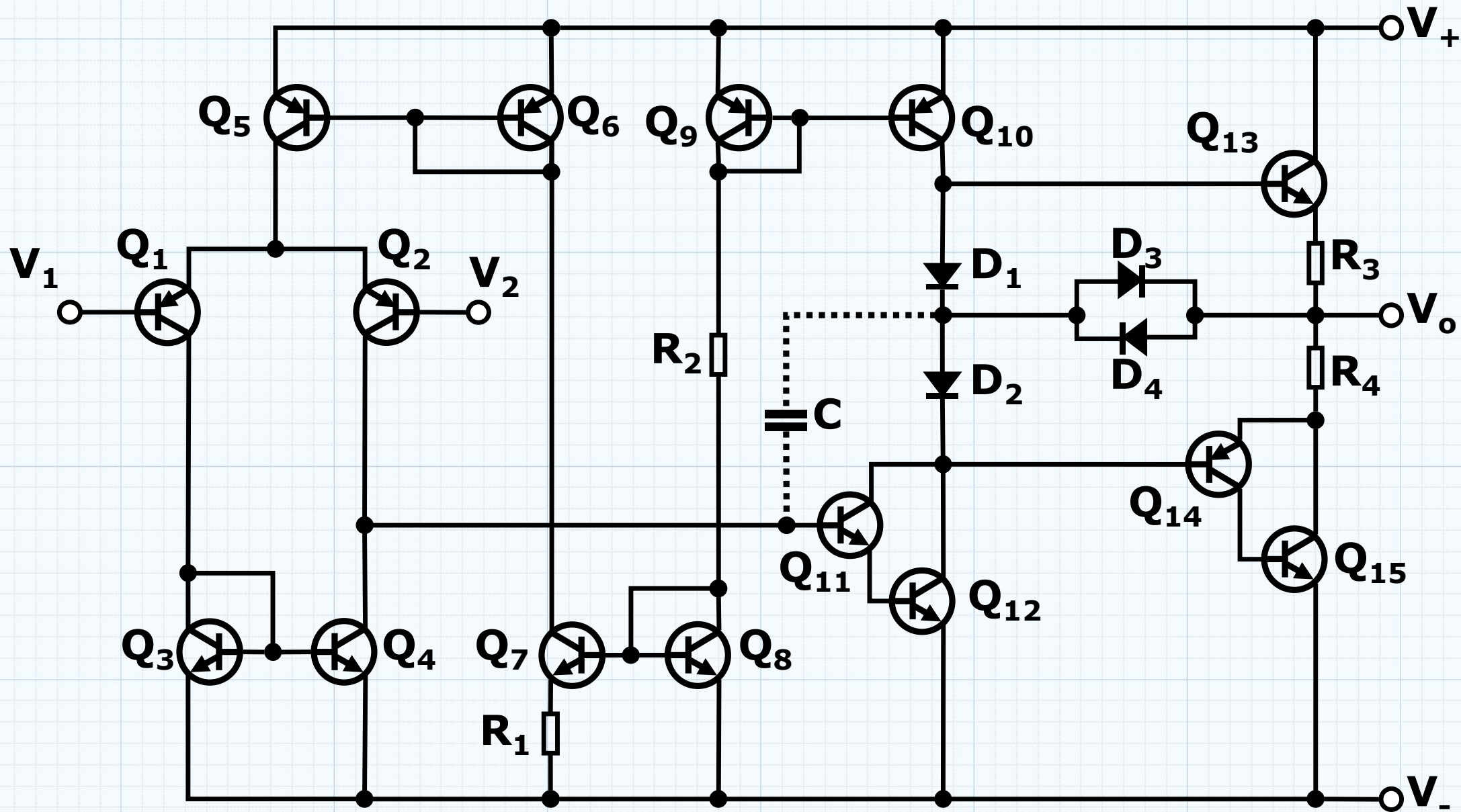


**b)  $Q_1$ 和 $Q_2$ 构成了什么电路?  $Q_{11}$ 和 $Q_{12}$ 构成了什么电路?  
 $Q_{13}$ 构成了什么电路?**

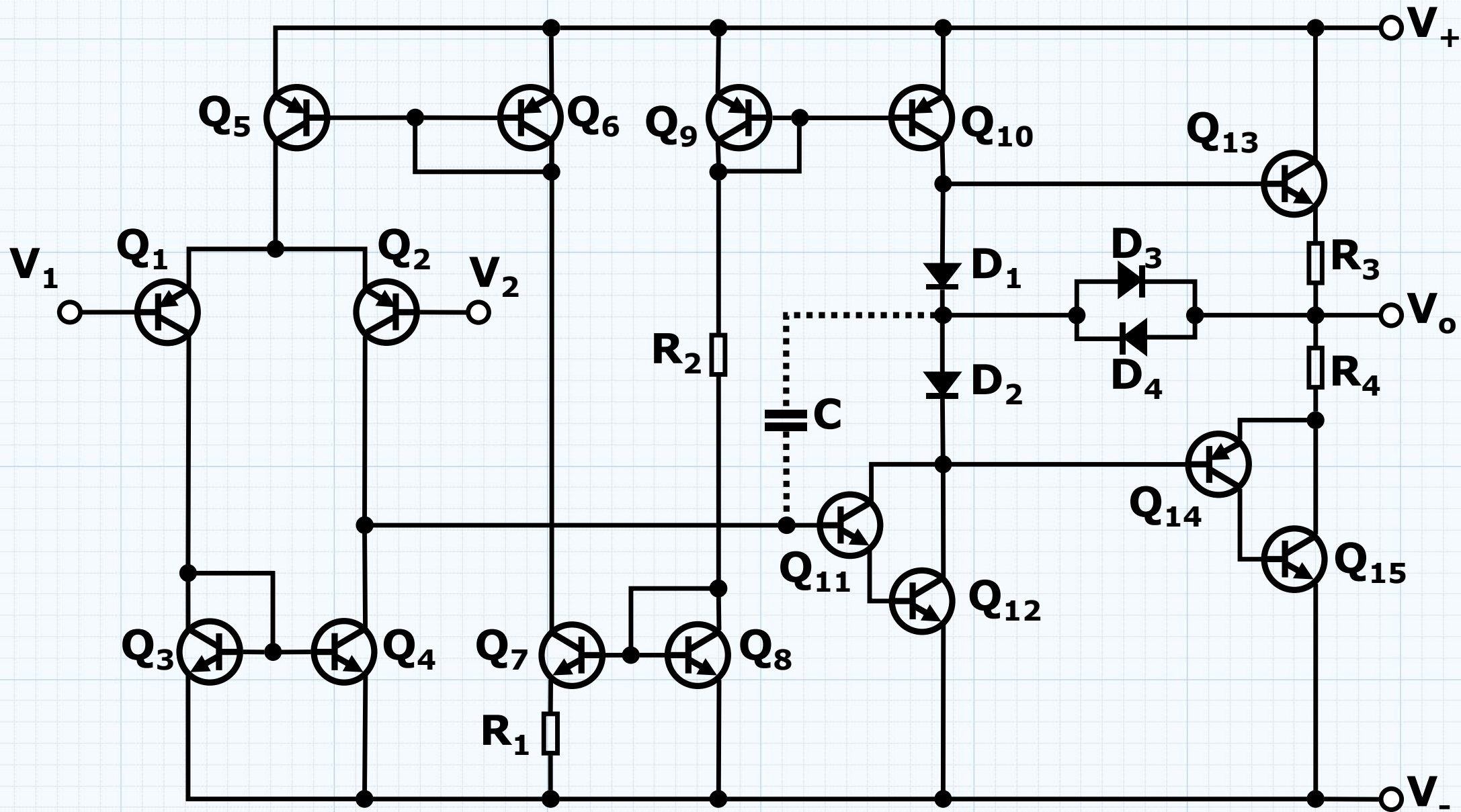




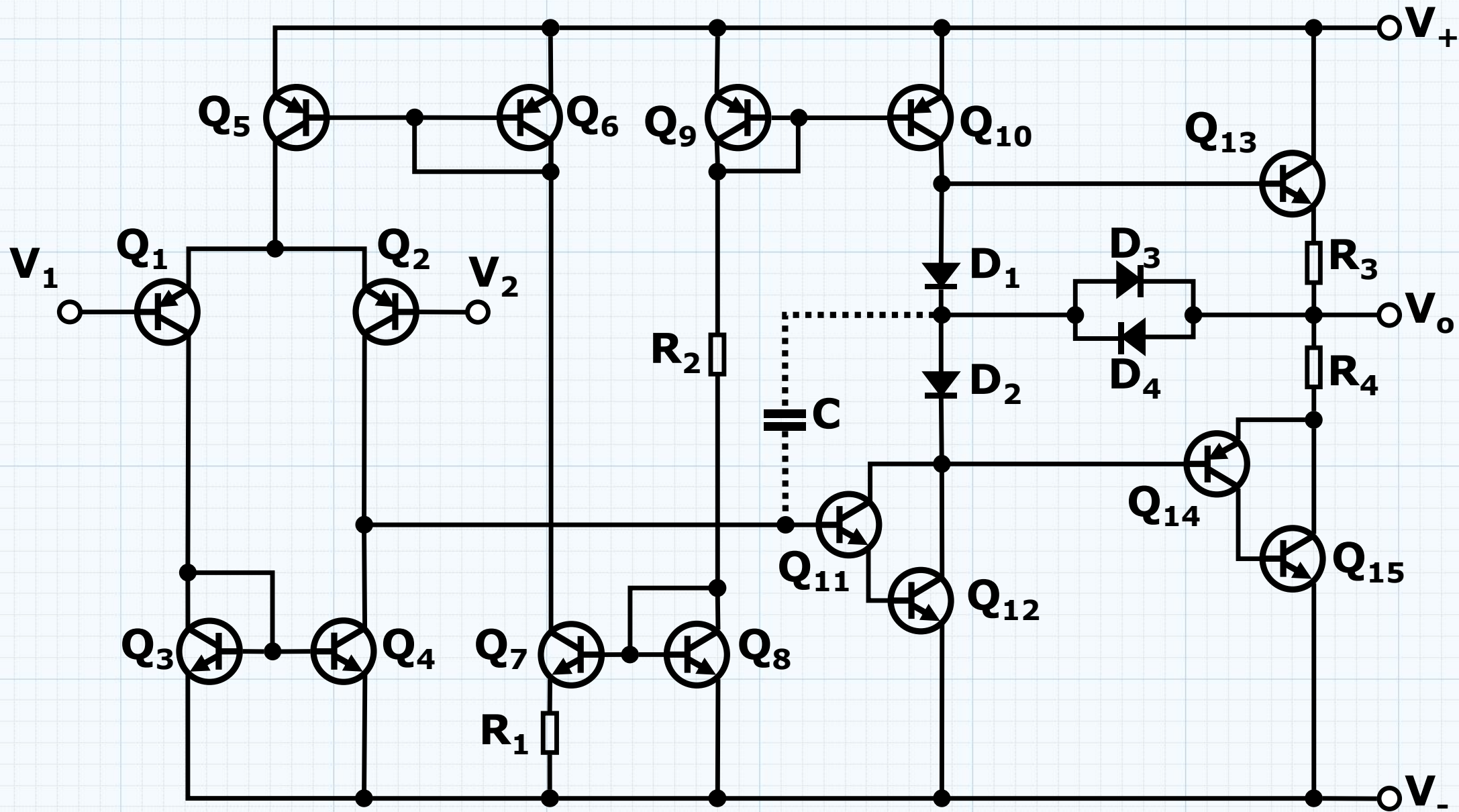
c)  $D_1$ 、 $D_2$ 的作用是什么?



d) 当 $R_3$  和  $R_4 = 1$ 欧姆时, 电路在发生保护动作之前, 从 $V_o$ 端输出的最大电流是多少?

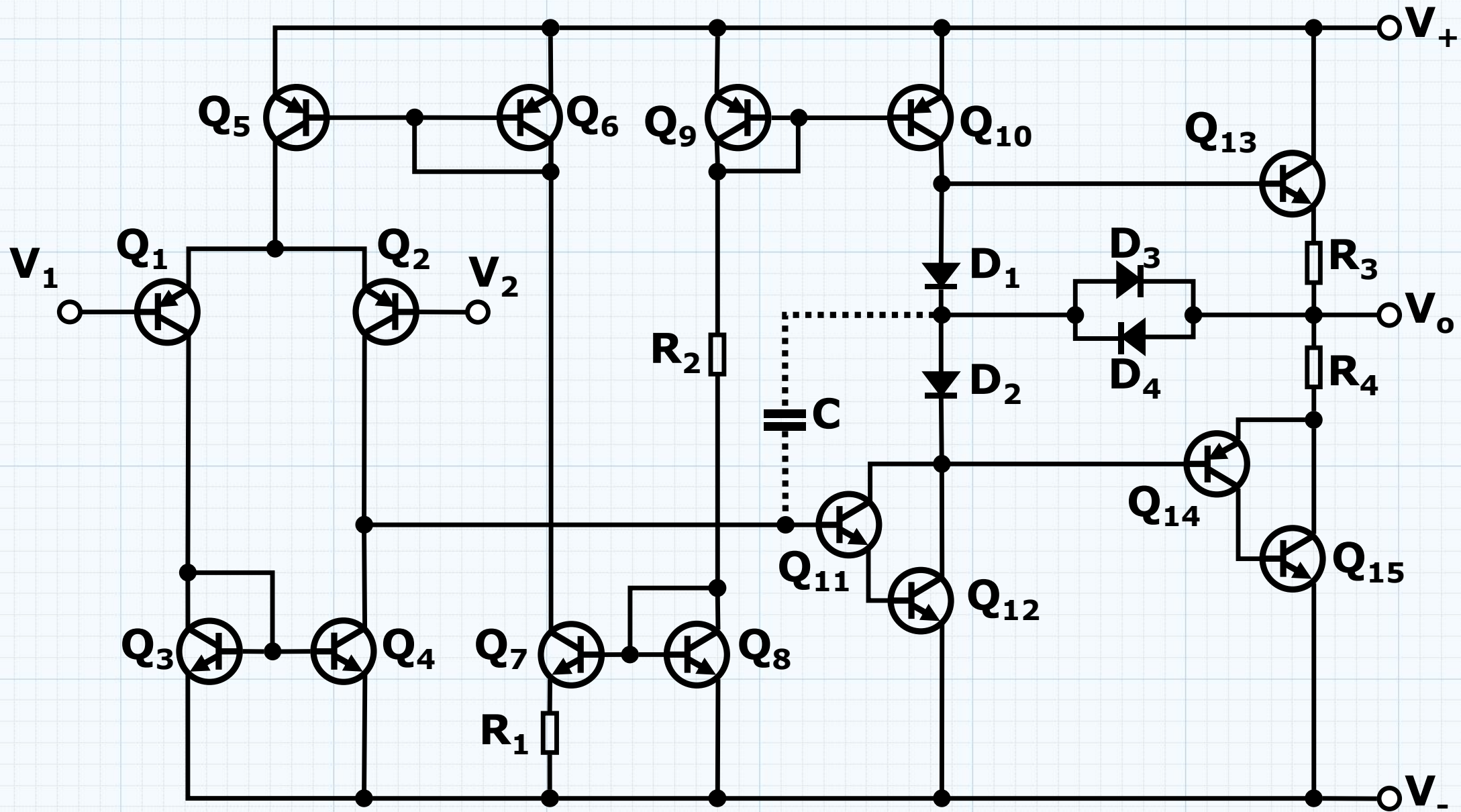


e) 若已知  $V_+ = 10V$ ,  $V_- = -10V$ ,  $R_2 = 1k\Omega$ , 电路在  $V_1 = V_2 = 0$  时,  $V_o = 0$ 。请估算电路的静态功耗;

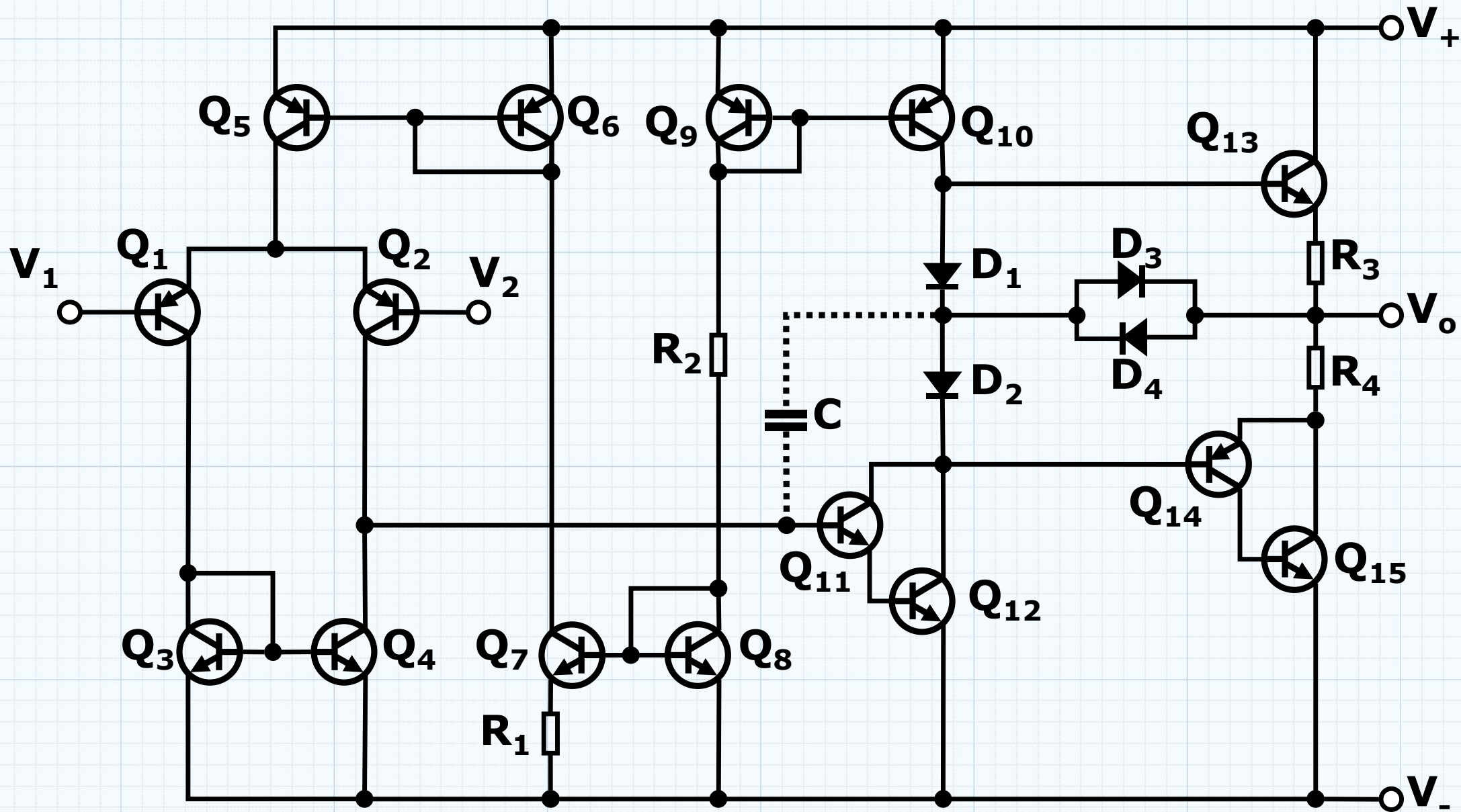


f)  $V_1$  和  $V_2$  中, 哪个是运放的同相输入端?





f) 电容  $C$  的作用是什么?



g) 若引入两个额外的电阻来构造增益为  $A_{VF} = -10$  的反馈放大电路，请画出这样的电路（可以在只画出两个电阻、和对应于电路中的节点）。

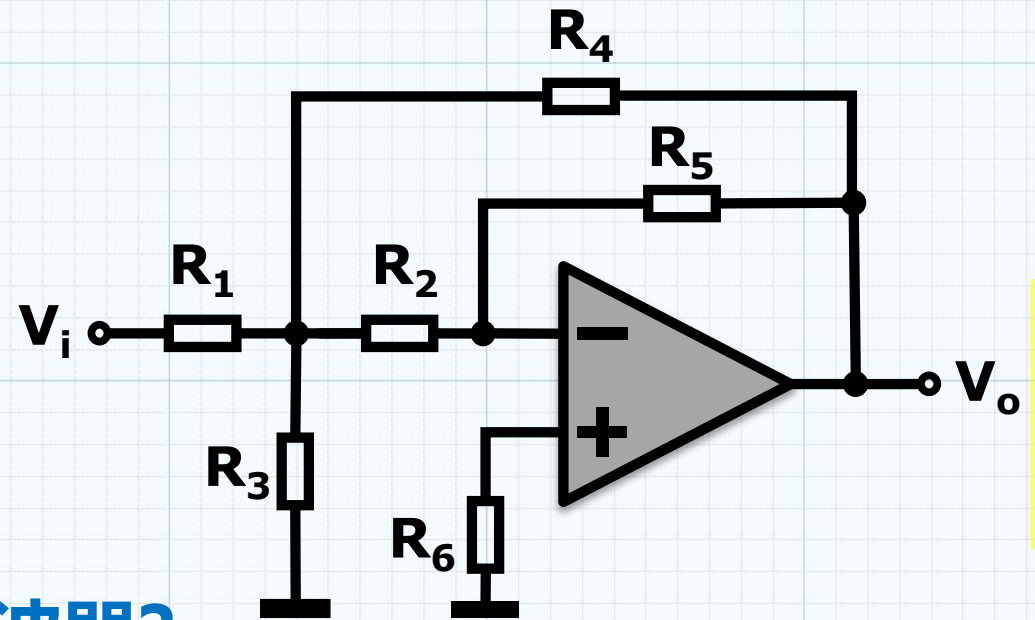
二 (20分) 运算电路如右图所示。

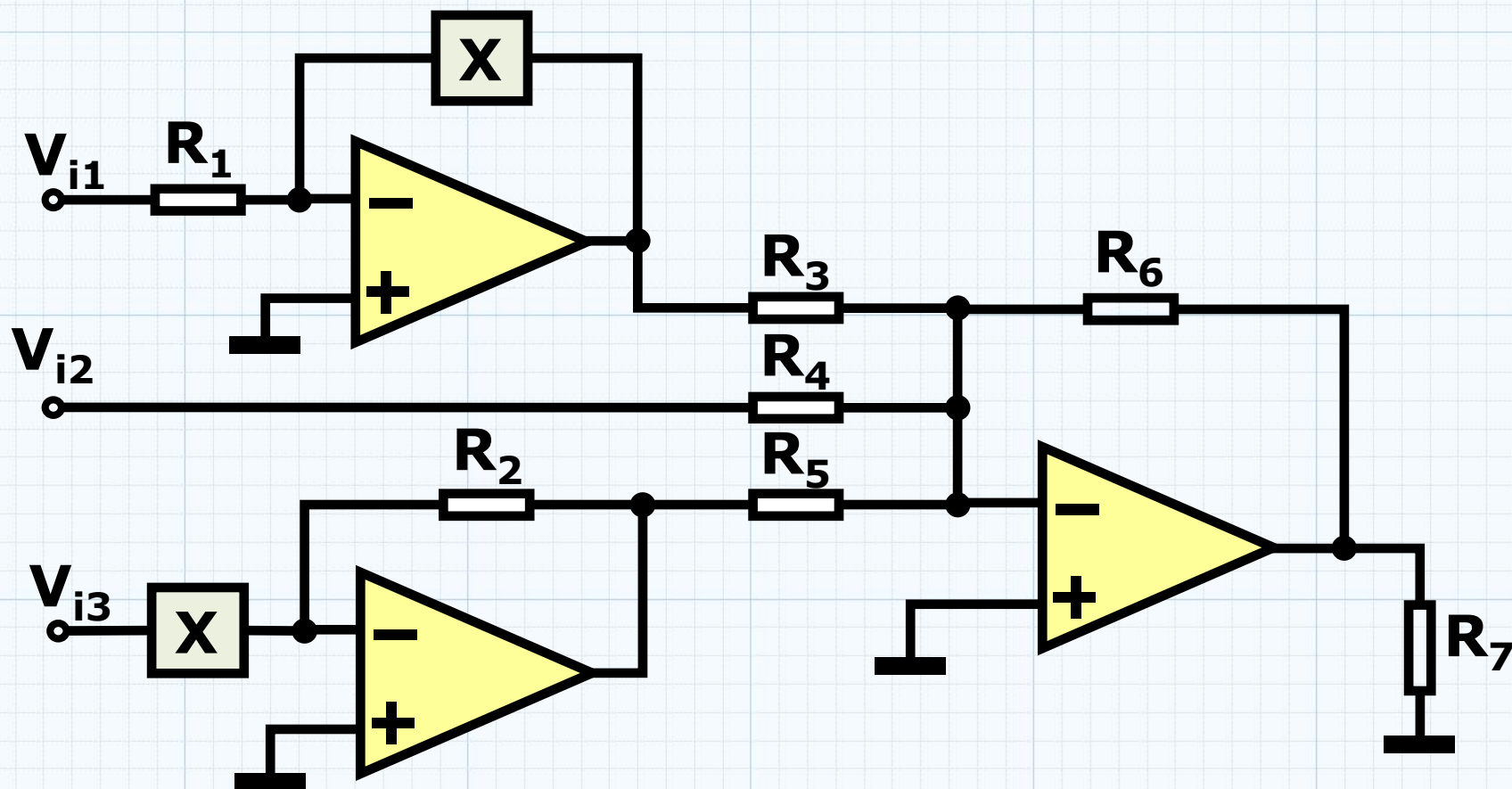
a) 请估算其增益  $A_V = V_o / V_i$

b) 电路中 $R_6$ 的作用是什么？  
应取什么阻值为宜？

c) 若电阻 $R_1$ 、 $R_2$ 和 $R_4$ 分别改为电容 $C_1$ 、 $C_2$ 和 $C_4$ ，请计算该电路的频率响应，并说明它构成了哪种滤波器？并说明判断依据。

d) 如果实际构造出电路后，发现测量得到的电路的频响和c) 中计算的结果有出入，请问可能主要是哪些原因造成了这种差异？

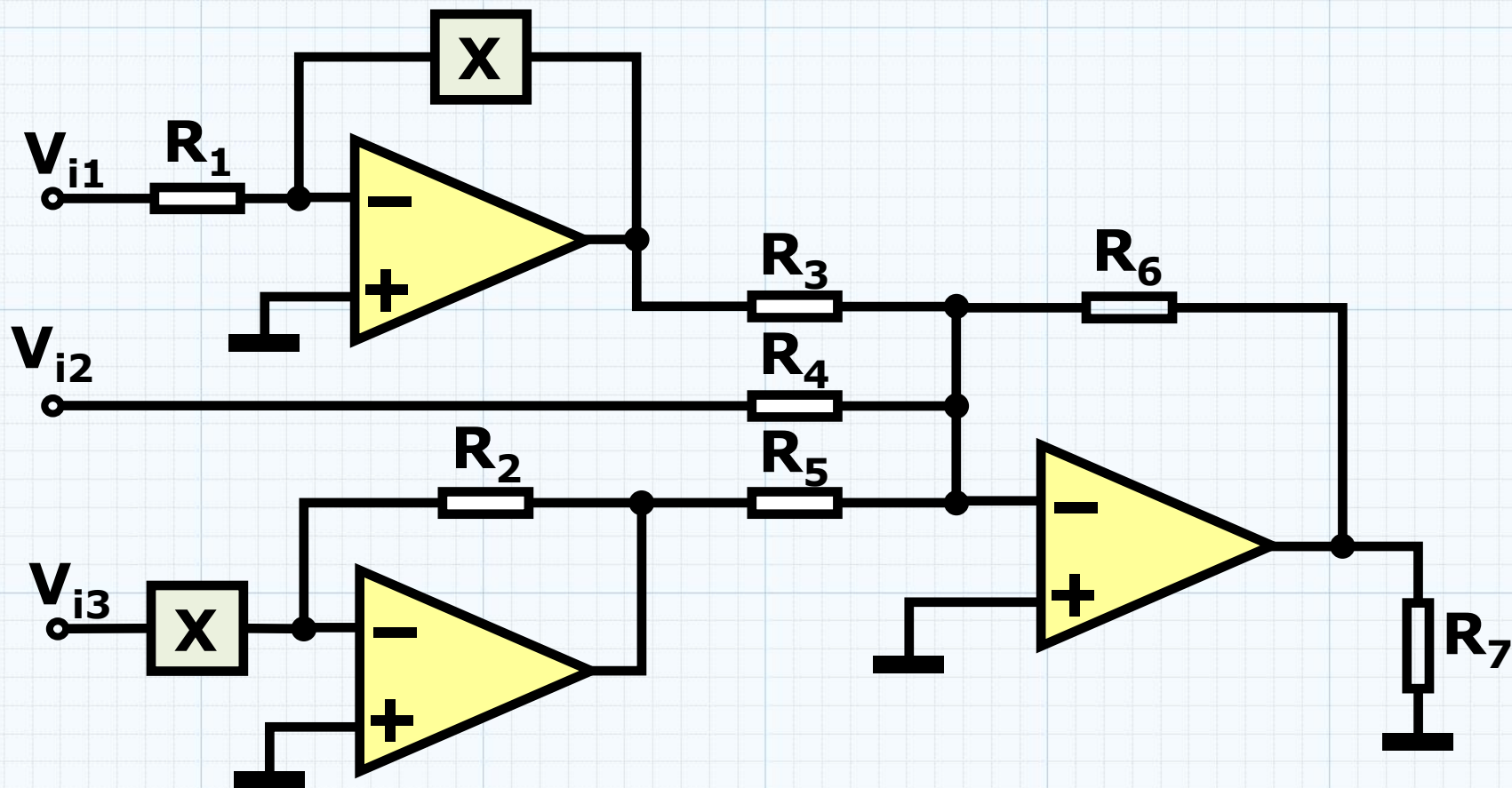




三、(15分) 已知有某个双端电路元件 $X$ ，其伏安特性为 $I=F(V)$ ，其中 $F$ 是某个连续、严格单调的奇函数。用元件 $X$ 构成下图所示电路，其中运放的最大、最低输出电压分别是 $V_{oH}$  和  $V_{oL}$ 。

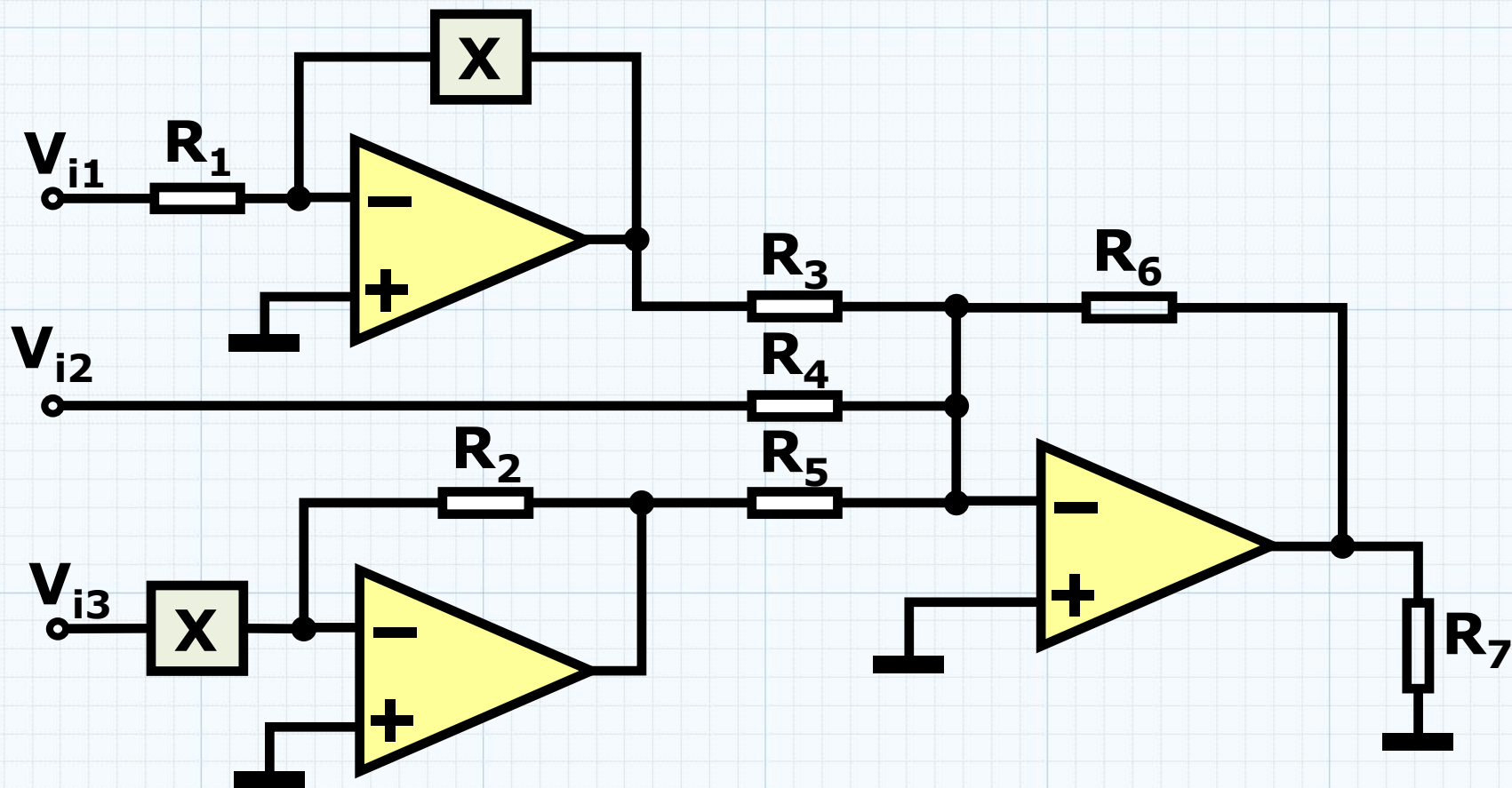
- 请计算电阻 $R_7$ 上所获得的电压；
- 如果稍许调节左侧三个输入端电压时， $R_7$ 上测量到的直流电压基本不变，请问可能是什么原因（从电路有故障、无故障两个角度去论述）？说明理由。
- 如果当左侧三个输入端电压均为零时， $R_7$ 上测量到非零的直流电压，已知电路并无故障，请问可能是什么原因？说明理由。





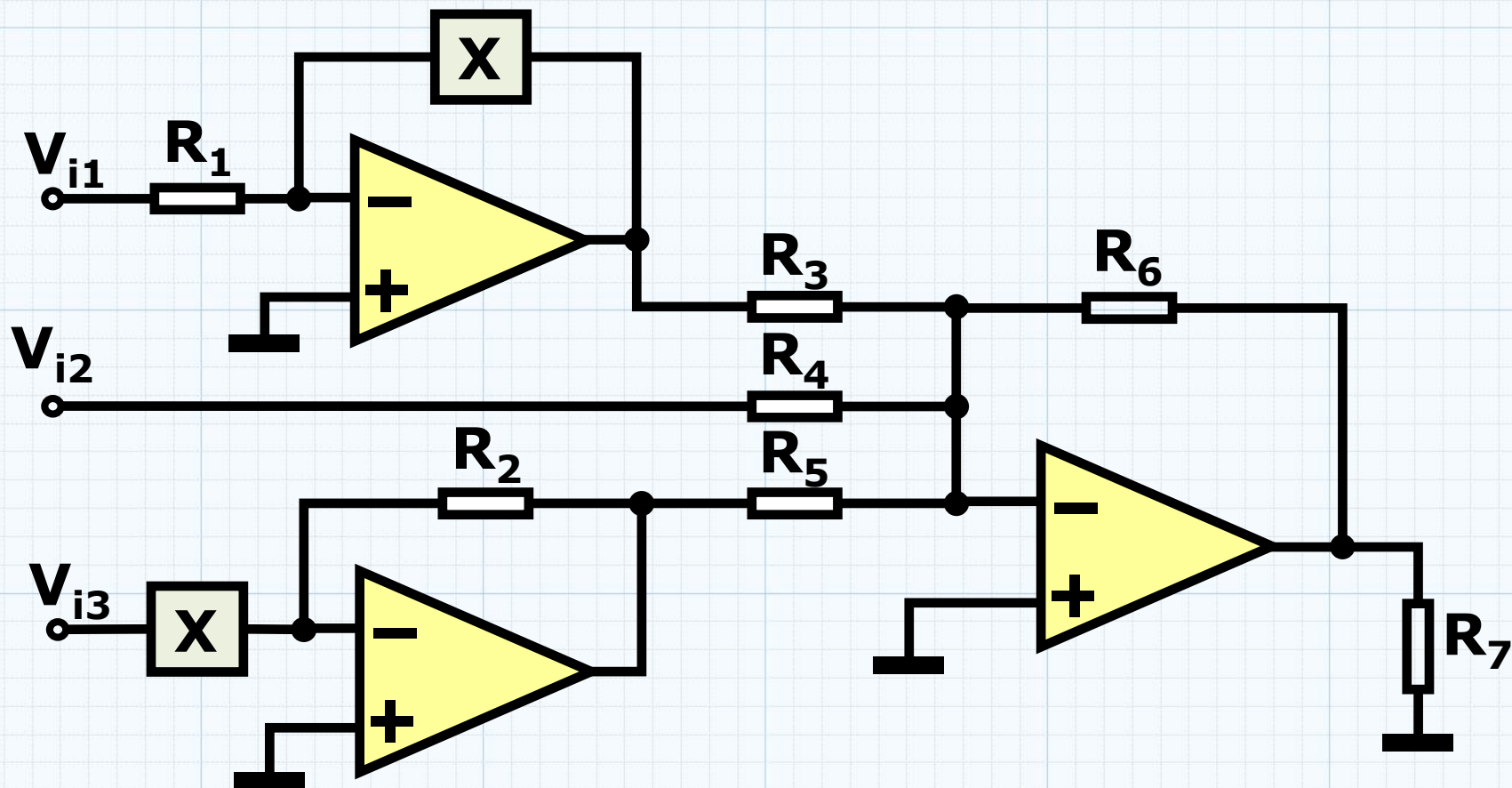
三、（15分）已知有某个双端电路元件 $X$ ，其伏安特性为  $I=F(V)$ ，其中 $F$ 是某个连续、严格单调的奇函数。用元件 $X$ 构成下图所示电路，其中运放的最大、最低输出电压分别是  $V_{OH}$  和  $V_{OL}$ 。

a) 请计算电阻  $R_7$  上所获得的电压；



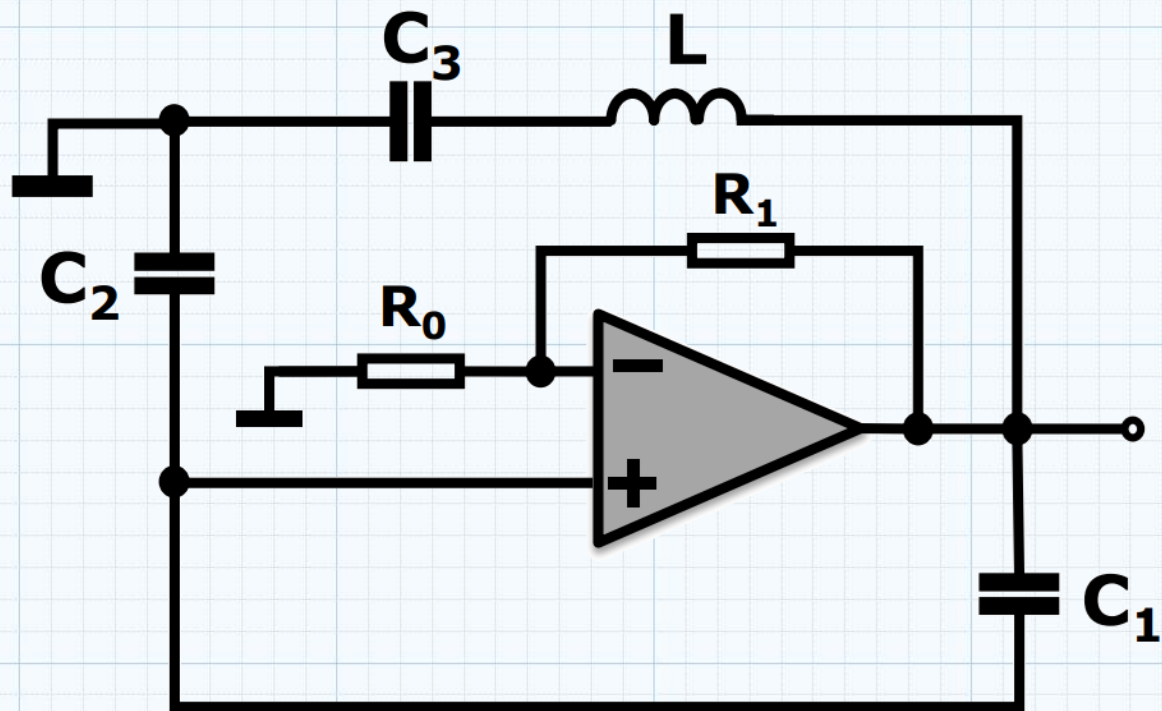
三、（15分）已知有某个双端电路元件 $X$ ，其伏安特性为  $I=F(V)$ ，其中 $F$ 是某个连续、严格单调的奇函数。用元件 $X$ 构成下图所示电路，其中运放的最大、最低输出电压分别是 $V_{OH}$ 和  $V_{OL}$ 。

b) 如果稍许调节左侧三个输入端电压时， $R_7$ 上测量到的直流电压基本不变，请问可能是什么原因（从电路有故障、无故障两个角度去论述）？说明理由。



三、（15分）已知有某个双端电路元件 $X$ ，其伏安特性为  $I=F(V)$ ，其中 $F$ 是某个连续、严格单调的奇函数。用元件 $X$ 构成下图所示电路，其中运放的最大、最低输出电压分别是 $V_{OH}$ 和  $V_{OL}$ 。

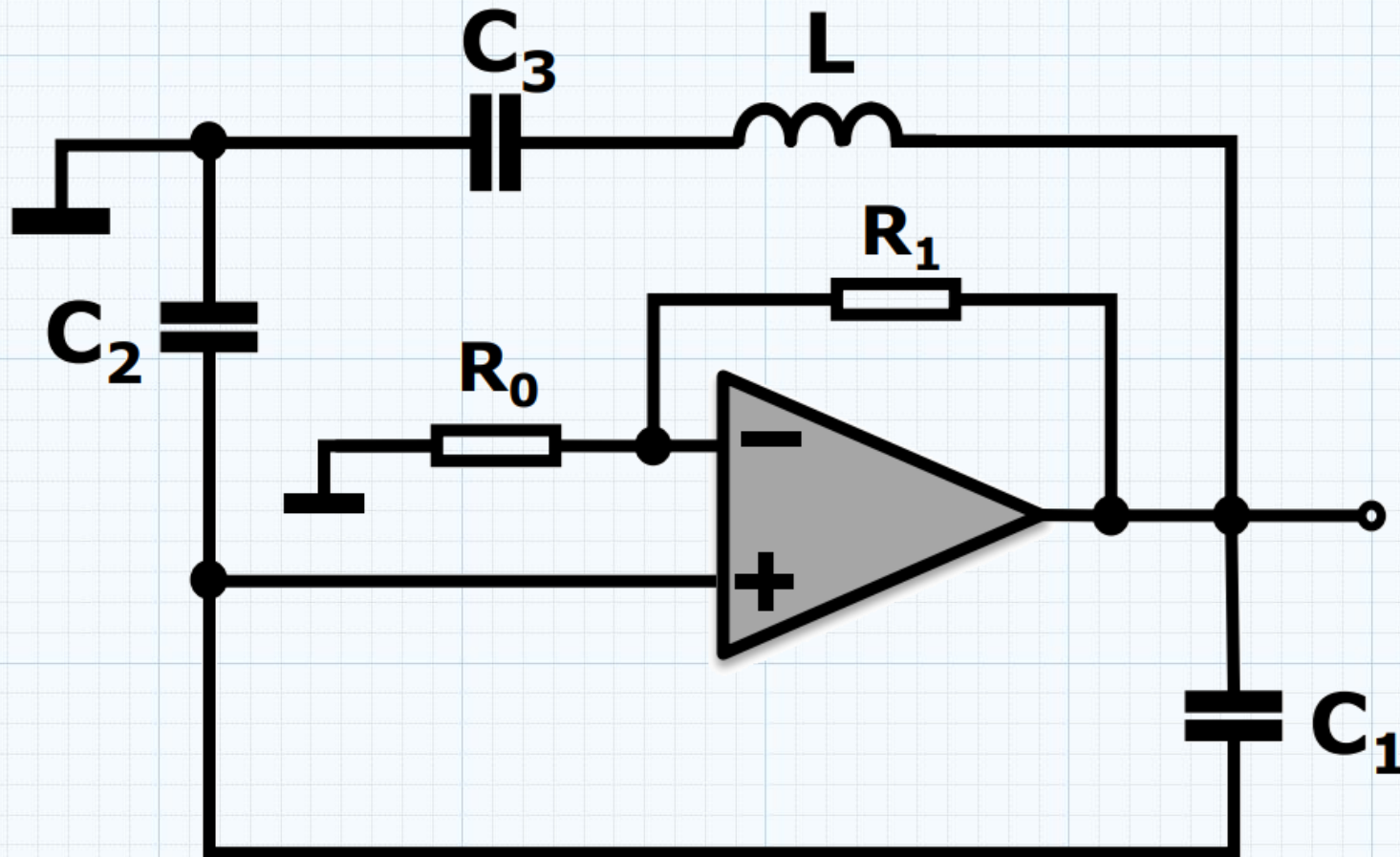
c) 如果当左侧三个输入端电压均为零时， $R_7$ 上测量到非零的直流电压，已知电路并无故障，请问可能是什么原因？说明理由。



四 (20分) 已知右图中  $C_1 = 100\text{nF}$ ,  $C_2 = 100\text{nF}$ ,  $C_3 = 10\text{pF}$ ,  $L = 10\text{nH}$ 。

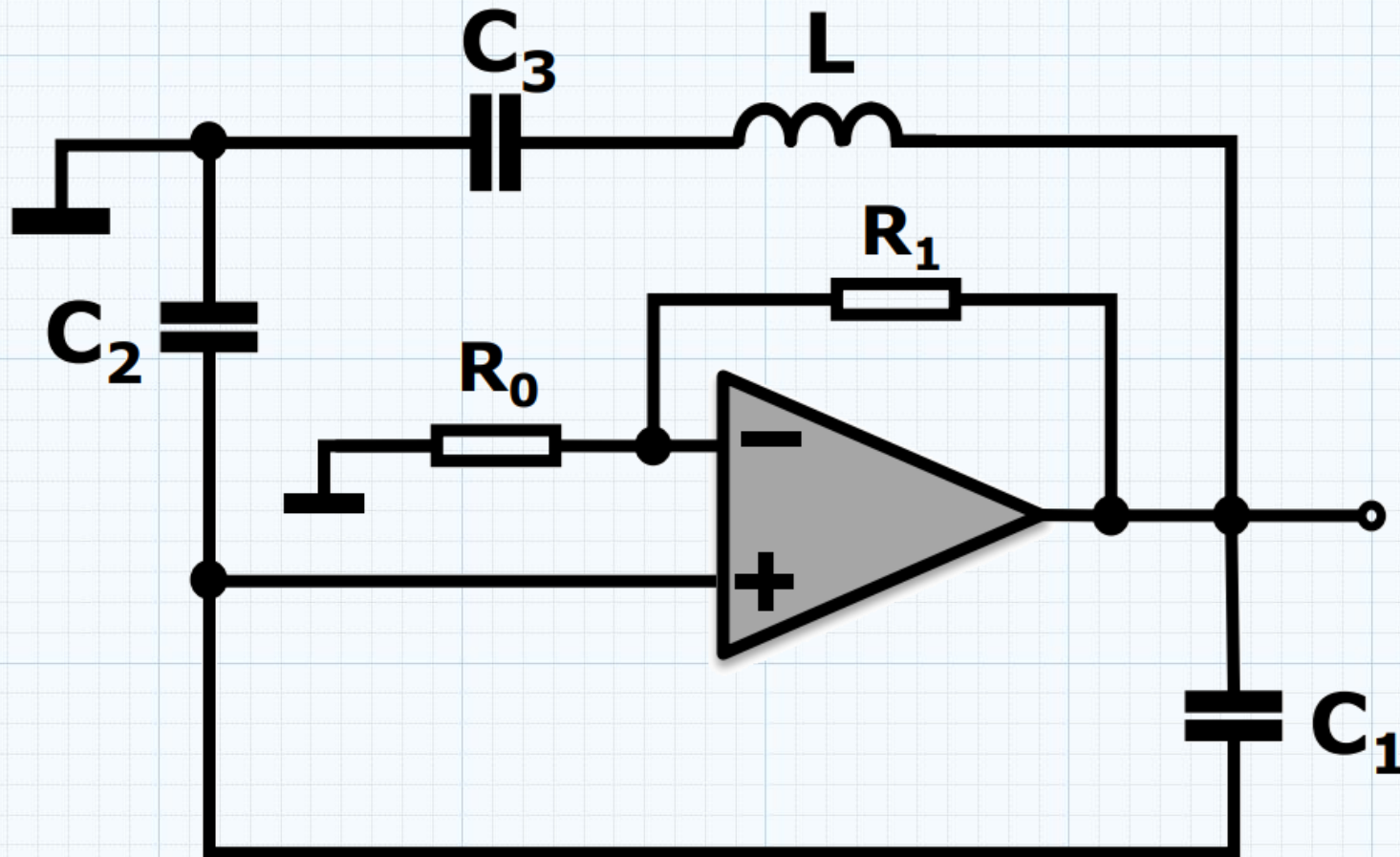
- 若电路能在高Q假设条件下, 输出近似的正弦波, 请估算正弦波的频率是多少?
- 为什么说电路中输出的正弦波是“近似的”? 为了使输出波形逼近正弦波, 应如何调整电路?
- 为了能起振, 请估算电阻  $R_1$  和  $R_0$  需满足什么条件?
- 已知运放是绝对稳定的, 则构造此振荡电路对其原有的主极点  $f_H$  有何要求? 假设已知运放的开环差模增益为  $A_{VD} = 10^5$ 。





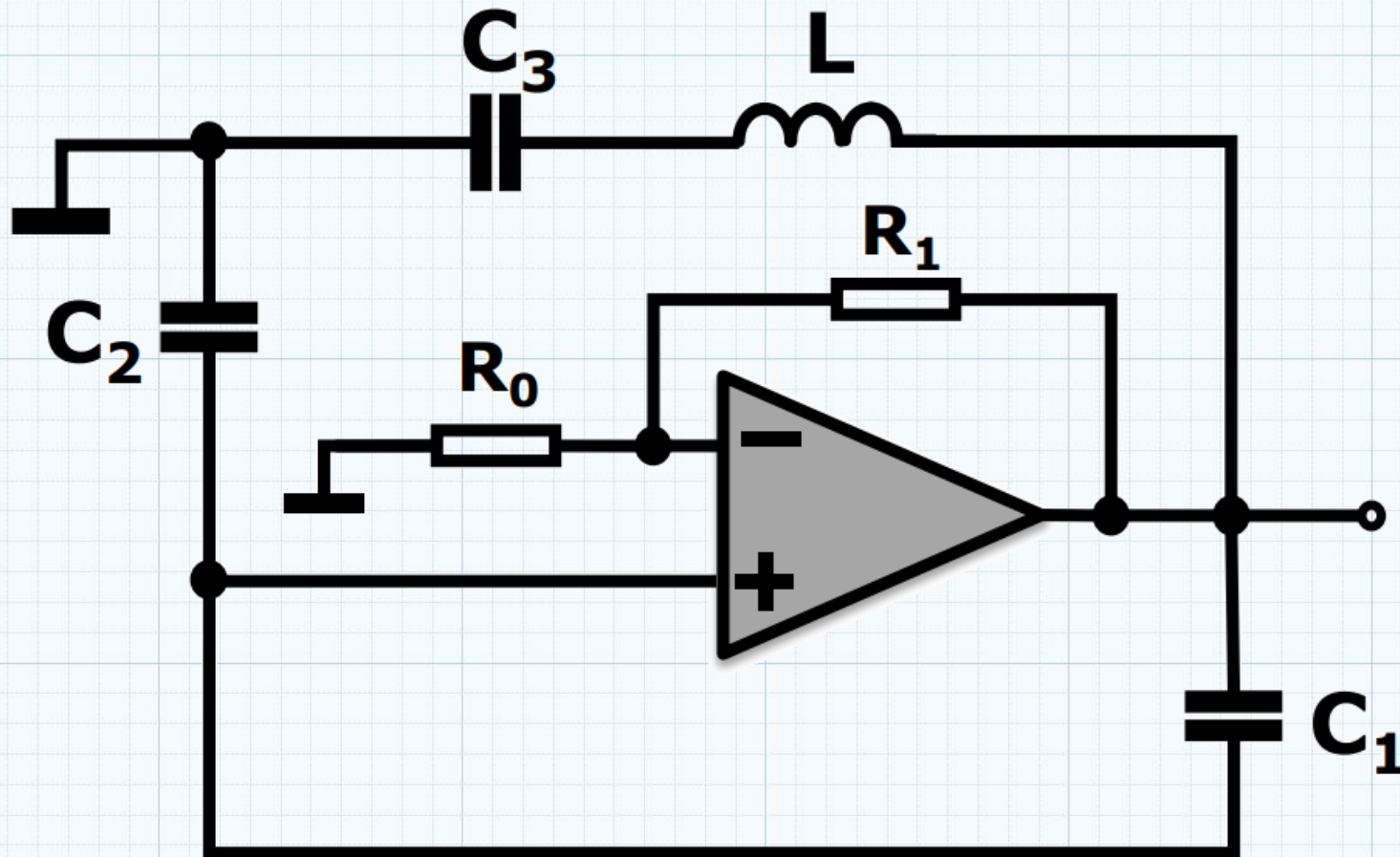
四 (20分) 已知右图中  $C_1 = 100\text{nF}$ ,  $C_2 = 100\text{nF}$ ,  $C_3 = 10\text{pF}$ ,  $L = 10\text{nH}$ 。

a) 若电路能在高Q假设条件下, 输出近似的正弦波, 请估算正弦波的频率是多少?



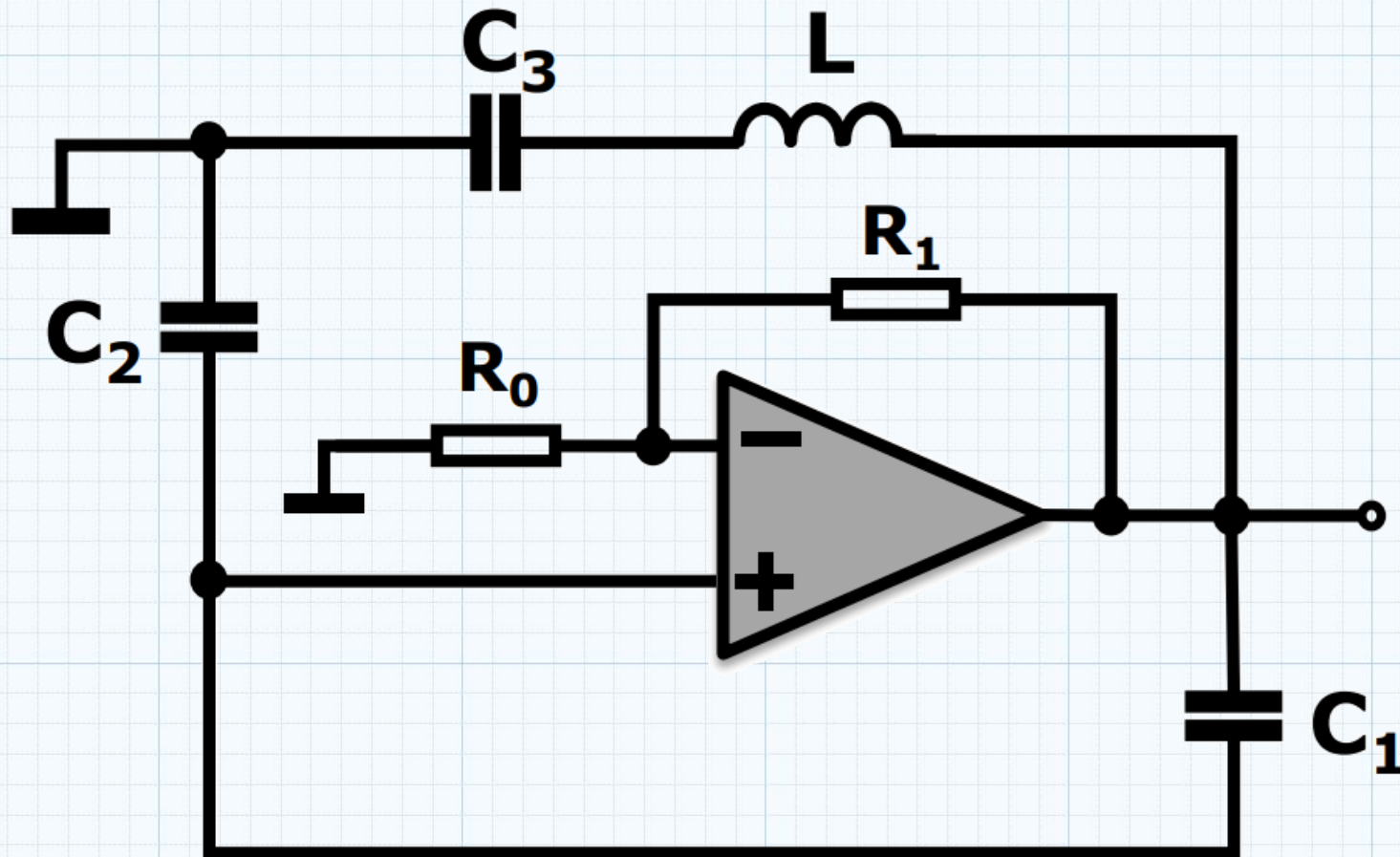
四 (20分) 已知右图中  $C_1 = 100\text{nF}$ ,  $C_2 = 100\text{nF}$ ,  $C_3 = 10\text{pF}$ ,  $L = 10\text{nH}$ 。

b) 为什么说电路中输出的正弦波是“近似的”？  
为了使输出波形逼近正弦波，应如何调整电路？



四 (20分) 已知右图中  $C_1 = 100\text{nF}$ ,  $C_2 = 100\text{nF}$ ,  $C_3 = 10\text{pF}$ ,  $L = 10\text{nH}$ 。

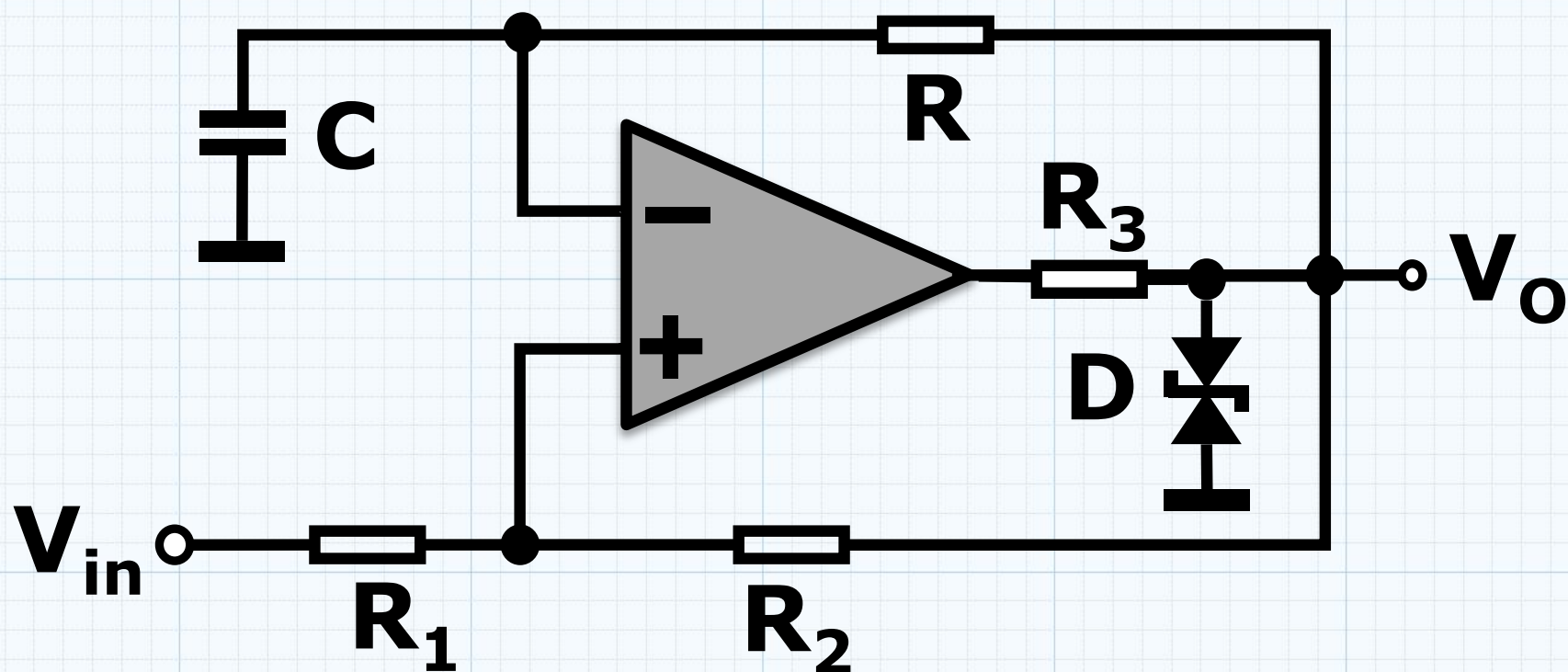
c) 为了能起振, 请估算电阻  $R_1$  和  $R_0$  需满足什么条件?



四 (20分) 已知右图中  $C_1 = 100\text{nF}$ ,  $C_2 = 100\text{nF}$ ,  $C_3 = 10\text{pF}$ ,  $L = 10\text{nH}$ 。

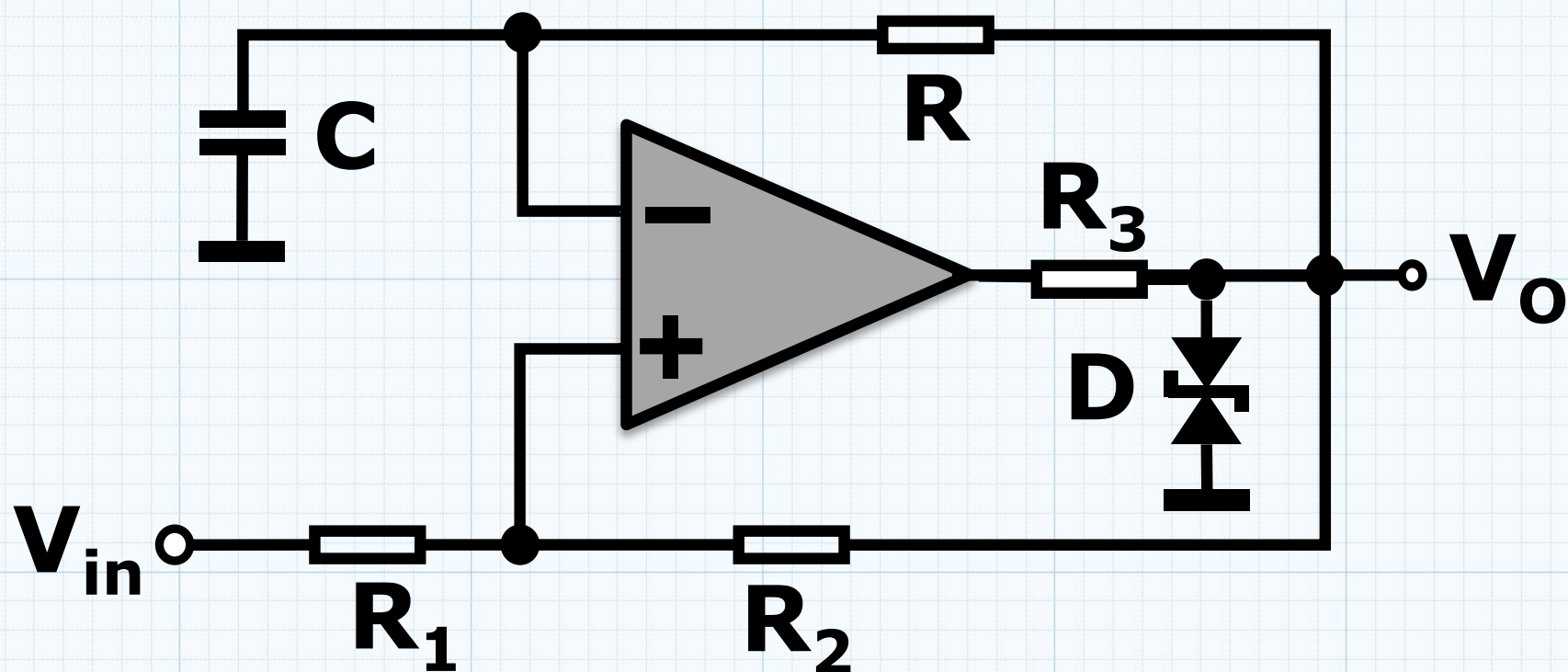
d) 已知运放是绝对稳定的，则构造此振荡电路对其原有的主极点  $f_H$  有何要求？假设已知运放的开环差模增益为  $A_{VD} = 10^5$ 。





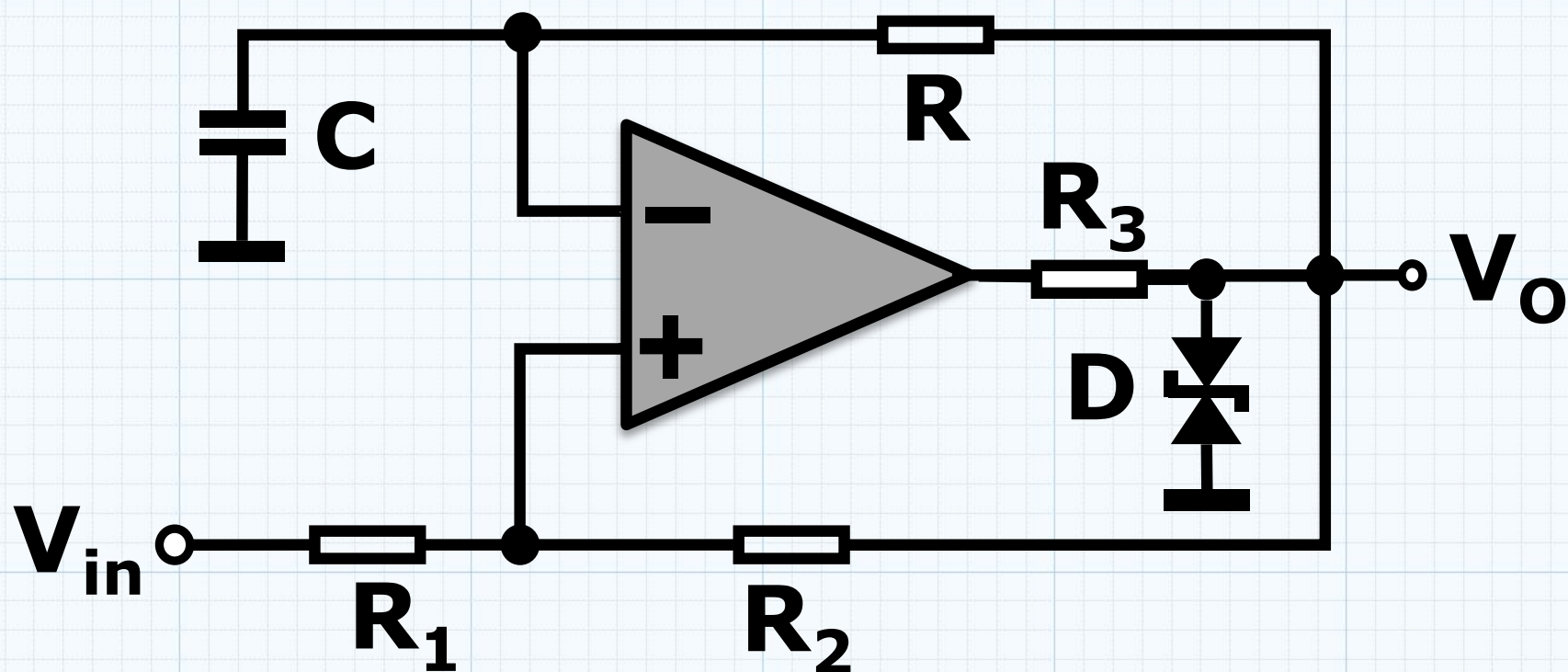
五、(20分) 下图电路中,  $C=1\mu\text{F}$ ,  $R=1\text{K}\Omega$ ,  $R_1=R_2=10\text{K}\Omega$ ,  $R_3=1\text{K}\Omega$ ,  $D$  的双向击穿电压为  $\pm 5\text{V}$ , 运放的饱和输出电压为  $+8\text{V}$  和  $-7\text{V}$ 。

- 当  $V_{in}$  接地时, 这个电路是个什么电路? 其输出信号的周期是多少?
- 此时画出电路中  $V_o$  和  $C$  两端压降  $V_c$  的波形示意图;
- 若  $V_{in} = 2\text{V}$ , 则画出输出波形  $V_o$  的示意图, 并说明相对于 b), 哪些量发生了变化?
- 若  $V_{in} = 0$ , 但把  $R_3$  短路, 并把  $D$  移除, 则画出输出  $V_o$  的波形示意图, 并说明它相对于 b) 波形发生了哪些变化?

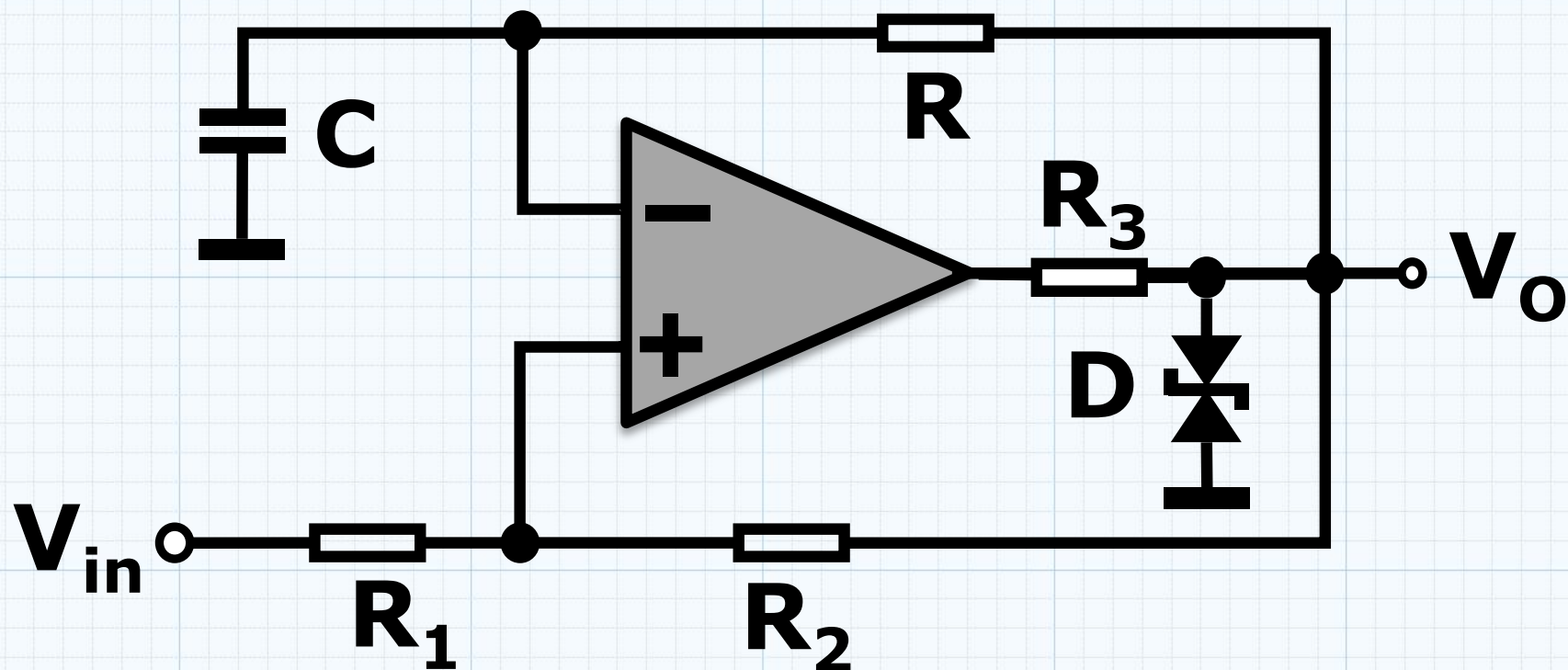


五、 (20分) 下图电路中,  $C=1\mu\text{F}$ ,  $R=1\text{K}\Omega$ ,  $R_1=R_2=10\text{K}\Omega$ ,  $R_3=1\text{K}\Omega$ ,  $D$  的双向击穿电压为  $\pm 5\text{V}$ , 运放的饱和输出电压为  $+8\text{V}$  和  $-7\text{V}$ 。

a) 当  $V_{\text{in}}$  接地时, 这个电路是个什么电路? 其输出信号的周期是多少?

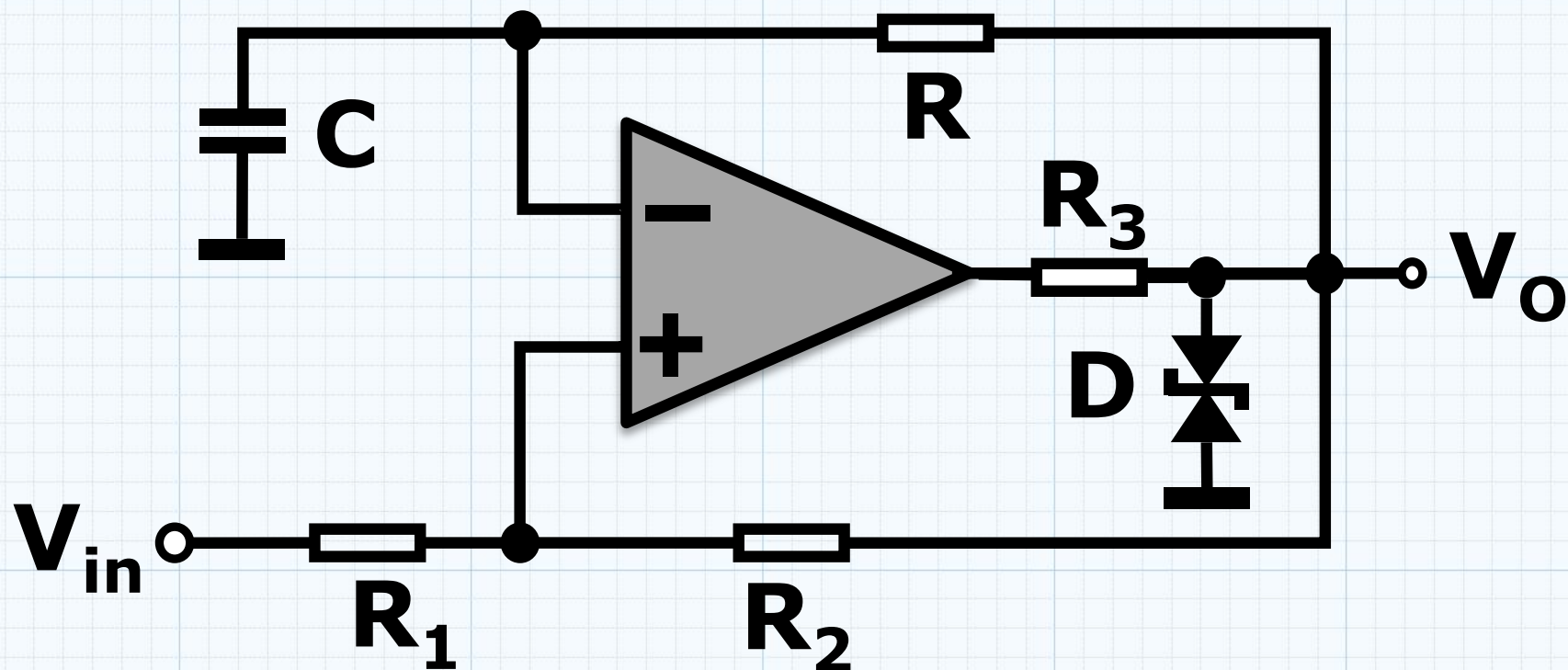


b) 此时画出电路中  $V_o$  和  $C$  两端压降  $V_c$  的波形示意图;



c) 若  $V_{in} = 2V$ ，则画出输出波形  $V_o$  的示意图，并说明相对于 b)，哪些量发生了变化？





d) 若  $V_{in} = 0$ ，但把  $R_3$  短路，并把  $D$  移除，则画出输出  $V_o$  的波形示意图，并说明它相对于 b) 波形发生了哪些变化？