

第一章 集成运算放大器

序号 55 学号 31902192 姓名 蒋俊兰

一、填空题

1	对于一个理想运算放大器，其开环增益 A_v （也称为差分增益）为 <u>无穷大</u> ，输入信号端口的输入阻抗为 <u>无穷大</u> ，输出信号端口的输出阻抗为 <u>零</u> 。
2	依据从信号输入方式来分类，基本运算放大器可分为三种基本类型：即为 <u>反相</u> 放大器、 <u>同相</u> 放大器和 <u>差分</u> 放大器。
3	对于理想放大器具有如下特性：同相输入端与反相输入端的电位相等，这种特性称为 <u>虚短路</u> ；同相输入端和反相输入端的输入电流为零，这种特性称为 <u>虚断路</u> 。
4	集成运算放大器的电源供电通常有两种方式，一种是采用正负对称电源供电，如 $V_{CC} = -V_{EE}$ ，此时各信号端口的直流电位为 <u>零</u> ；另一种是采用单电源供电，如电源供电的电压为 V_{DD} ，此时各信号端口的直流电位为 <u>$\frac{1}{2}V_{DD}$</u> 。
5	电压比较器的作用是对两个输入模拟电压信号进行比较。电压比较器电路可以分为三种基本类型，即 <u>单限</u> 比较器、 <u>迟滞</u> 比较器和 <u>窗口</u> 比较器。

二、分析计算题

1、某运算放大器电路如图 1 所示，运算放大器为理想的，且电阻值 R 为已知，设输入信号为 v_s 。试问：

(1) 当输入信号 v_s 仅接在端口 A 处，端口 B 接地，试求该放大器的电压增益 $G = \frac{v_o}{v_s}$ ，

从 A 点看进去的输入阻抗 R_i ，输出阻抗 R_o 分别为多少？ $G = \frac{V_o}{V_s} = -\frac{20R}{R} = -20$ ， $R_i = R$ ， $R_o = 0$

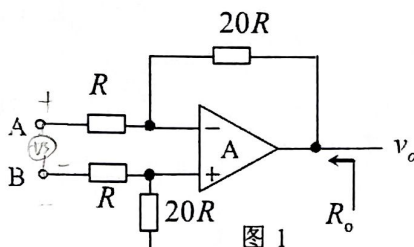
(2) 当输入信号 v_s 仅接在端口 B 处，端口 A 接地，试求该放大器的电压增益 $G = \frac{v_o}{v_s}$ ，

从 B 点看进去的输入阻抗 R_i ，输出阻抗 R_o 分别为多少？ $G = \frac{V_o}{V_s} = (1 + \frac{20R}{R}) (\frac{20R}{20R+R}) = 20$ 。

(3) 当输入信号 v_s 跨接在端口 A、B 处时，且要求 v_s 信号 A 端为正，B 端为负，试求

该放大器的电压增益 $G = \frac{v_o}{v_s}$ ，从 A、B 点看进去的输入阻抗 R_i ，输出阻抗 R_o 分别为多少？

$$\begin{aligned} \because V_o &= \frac{20R}{R} (V_+ - V_-) \\ V_- - V_+ &= V_s \\ \therefore V_o &= -\frac{20R}{R} V_s \\ G = \frac{V_o}{V_s} &= -\frac{20R}{R} = -20 \\ R_i &= 2R \\ R_o &= 0 \end{aligned}$$



2、在图 2 所示的运算放大器电路中，假设运算放大器是理想的，并且各电阻为已知值。

(1) 试写出输出函数的表达式（要求有过程）。

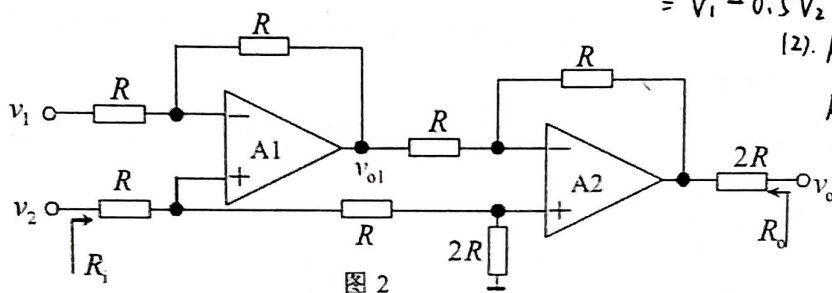
$$\begin{aligned} (1). V_{o1} &= -\frac{R}{R} V_1 + (1 + \frac{R}{R}) (\frac{R+2R}{R+R+2R}) \cdot V_2 \\ &= -V_1 + 1.5 V_2 \end{aligned}$$

(2) 试求图中所示的输入阻抗 R_i 和输出阻抗 R_o 。

$$\begin{aligned} V_o &= -\frac{R}{R} V_{o1} + (1 + \frac{R}{R}) (\frac{2R}{R+R+2R}) \cdot V_2 \\ &= V_1 - 0.5 V_2 \end{aligned}$$

$$(2). R_i = R + R + 2R = 4R$$

$$R_o = 2R$$



3、米勒积分器电路如图 3 (a) 所示，且初始输入电压和输出电压均为 0，时间常数为 $\tau = RC = 1\text{ms}$ 。若输入的波形如图 3 (b) 所示，试画出输出的波形（要求坐标对齐并标明数值）。

$$\frac{1}{RC} \cdot \frac{T}{2} = 1V$$

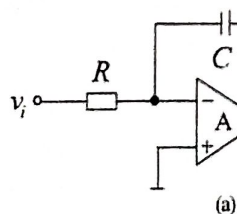
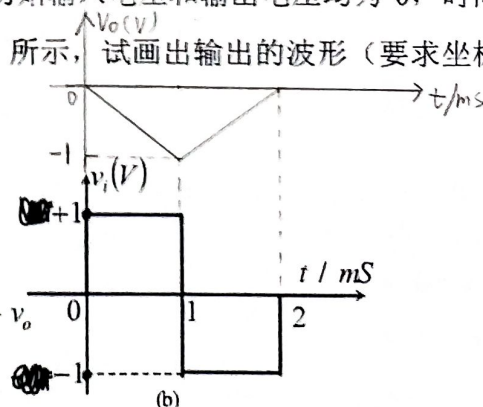


图 3



4、图 4 所示的电路为浮动负载（两个连接端都没接地的负载提供电压），这在电源电路中有很好的应用性，假设运算放大器是理想的。

(1) 当节点 A 输入峰峰值为 1V 的正弦波 v_i 时，试画出节点 B、C 对地时的电压波形，并画出 v_o 的波形。

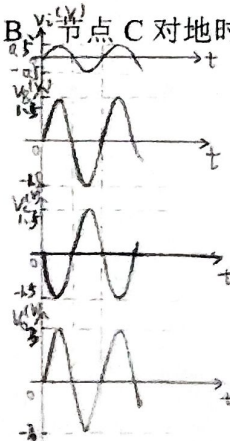
$$(1). V_B = (1 + \frac{20 \times 10^3}{10 \times 10^3}) V_i = 3V_i$$

$$V_C = -\frac{30 \times 10^3}{10 \times 10^3} V_i = -3V_i$$

$$V_o = V_B - V_C = 6V_i$$

(2) 电压增益 v_o/v_i 为多少？

$$(2). G = \frac{V_o}{V_i} = 6$$



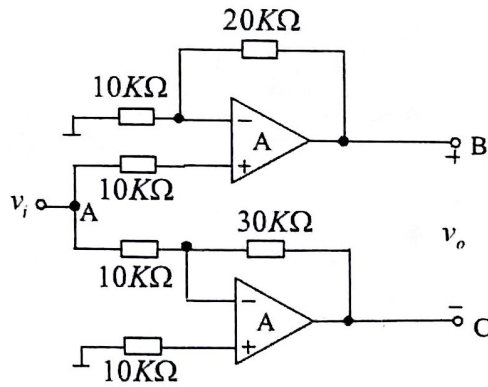


图 4

5、图 5 为实用的单电源供电的自举式同相交流电压放大器电路，假设运算放大器是理想的。已知 $R_1 = R_3 = R_4 = 10K\Omega$ ， $R_2 = 50K\Omega$ ， $R_5 = 1M\Omega$ 。 $C_1 = C_2 = C_3 = 10\mu F$ ， $V_{CC} = +15V$ 。问：

(1)放大器的各信号端口的直流电位为多少？电容 C_1 、 C_2 、 C_3 的作用是什么？

(1) 直流电位为 $\frac{R_4}{R_3 + R_4} V_{CC} = \frac{10}{10 + 10} \times 15 = 7.5V$

(2)交流放大倍数 $\frac{v_o}{v_i}$ 为多少，输入阻抗 R_i 为多大？

电容作用：隔直通交，交流耦合，隔直

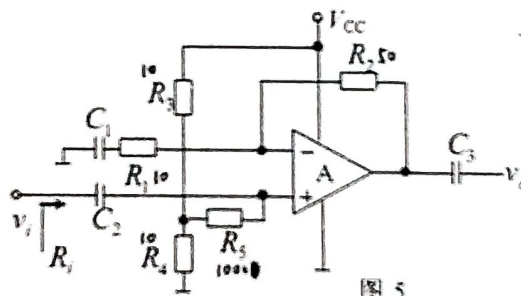


图 5

(2) $\frac{v_o}{v_i} = G = (1 + \frac{R_2}{R_1}) = 6$

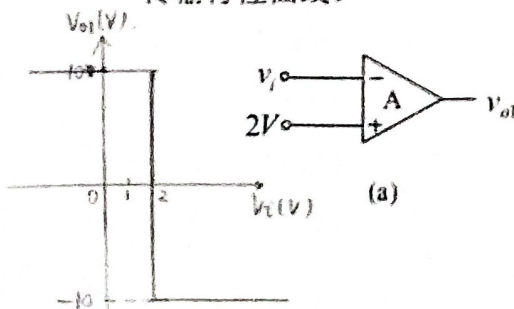
$R_i = R_3 + R_3 \parallel R_4 = 1000 + \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 1005 k\Omega$

6、在图 6 所示的电路中，比较器的输出电压的最大值为 $\pm 10V$ 。试画出个电路的电压传输特性曲线。

(b). $\frac{20}{20+10} V_3 + \frac{10}{20+10} V_i = 0$
 $V_i = -6V$

(c). $\frac{10}{20+10} V_3 + \frac{20}{10+20} V_i = 2$

把最大值 $\pm 10V$ 代入 V_3 求出两个门限电压，分别为 $-2V$ 和 $8V$



(a)

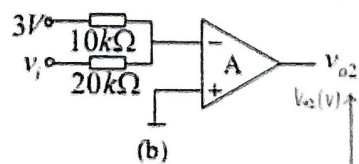
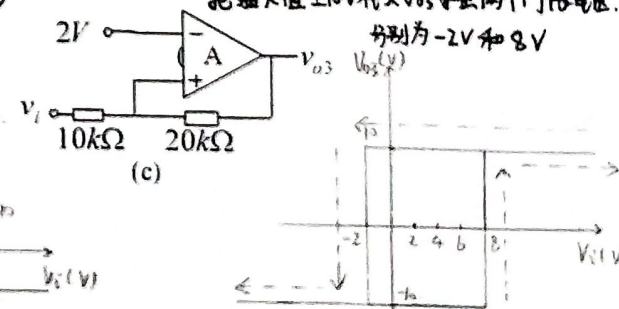


图 6



7、某运算放大器电路如图 7 所示，假设运算放大器是理想的。试写出输出电压与输入电压的关系表达式（要有分析过程），并写出 v_1 、 v_2 对应的输入阻抗 R_{i1} 、 R_{i2} 。

$$V_{01} = -\frac{R}{R} V_1 = -V_1$$

$$V_{02} = (1 + \frac{R}{R}) V_2 = 2V_2$$

$$V_0 = -\frac{20R}{2R} V_{01} + (1 + \frac{20R}{2R})(\frac{2R}{2R+2R}) \cdot V_{02}$$

$$= 10V_1 + 11V_2$$

$$R_{i1} = R$$

$$R_{i2} = \infty$$

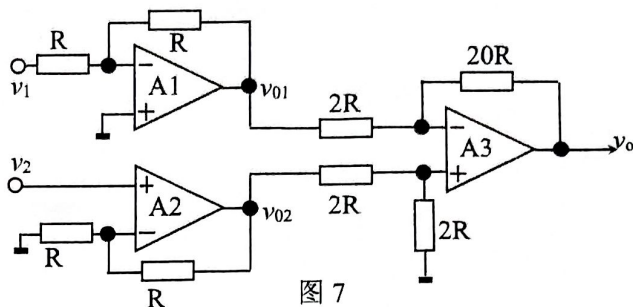


图 7

8、图 8 为具有高输入阻抗的反相放大器，假设运算放大器是理想的。已知 $R_1 = 90K\Omega$,

$R_2 = 500K\Omega$, $R_3 = 270K\Omega$, 试求 $G = v_o/v_i$ 及输入阻抗 R_i 。

$$G = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_3}{R_1} = -3$$

$$V_3 = -\frac{2R_1}{R_3} V_0 = -\frac{2R_1}{R_3} \cdot (-3V_i) = 2V_i$$

$$v_1 = \frac{V_i - V_3}{R_2} = \frac{-V_i}{R_2}$$

$$v_2 = \frac{V_i}{R_1}$$

$$v_i = v_1 + v_2 = \frac{V_i}{R_1} - \frac{V_i}{R_2}$$

$$R_i = \frac{V_i}{i_i} = \frac{V_i}{\frac{V_i}{R_1} - \frac{V_i}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}}$$

$$= 109756.10 \Omega$$

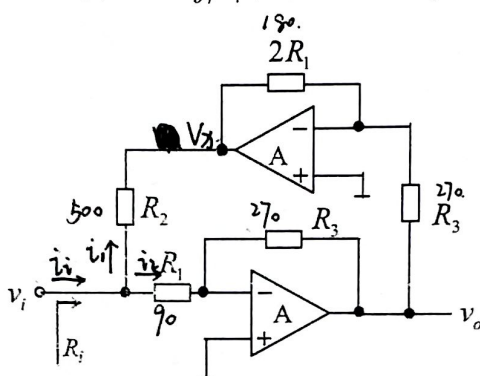


图 8

三、设计题

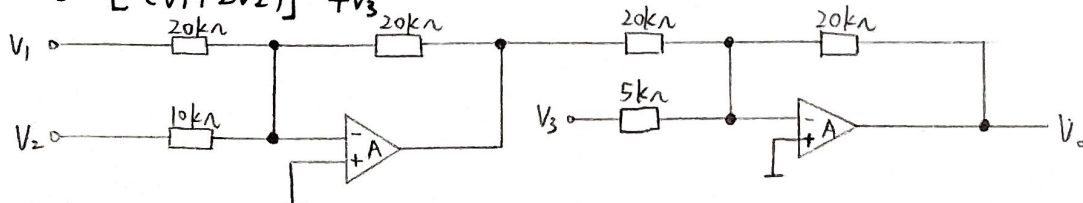
1、仅利用反相放大器设计一个实现函数 $v_o = v_1 + 2v_2 - 4v_3$ 的电路，要求对应 v_1 信号的输入阻抗为 $20k\Omega$ 。试画出电路实现原理图，并确定各个电阻的取值。

2、仅利用反相放大器将 $v_i = 5 \sin \omega t$ (V) 的正弦信号的直流电平从 0 转变为 $-2V$ ，即

$v_o = -2 + 5 \sin \omega t$ (V)，要求画出电路实现原理图，并合理确定各个电阻的取值。

$$1. V_0 = V_1 + 2V_2 - 4V_3$$

$$= -[-(V_1 + 2V_2)] - 4V_3$$



$$2. V_0 = -2 + 5 \sin \omega t = -2 - (-5 \sin \omega t)$$

