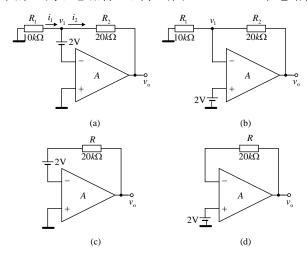
9 信号的运算和处理

习题

9.1 设图题 9.1 中的 A 为理想器件, 试求出图 a、b、c、d 中电路输出电压 v_o 的值。



图题 9.1

解:

(a)
$$i_{1} = i_{2}, \quad \frac{0 - v_{1}}{R_{1}} = \frac{v_{1} - v_{o}}{R_{2}}$$

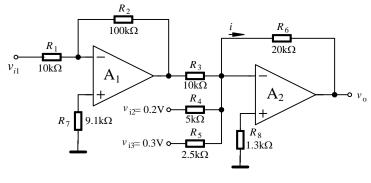
$$v_{1} = 2V$$

$$\frac{0 - 2V}{10 \text{ k}\Omega} = \frac{2V - v_{o}}{20 \text{ k}\Omega}, \quad v_{o} = 6V$$
(b)
$$v_{o} = (1 + \frac{R_{2}}{R_{1}})v_{p} = (1 + \frac{20}{10}) \times 2V = 6V$$

$$(c)$$
 $v_{\rm n} = v_{\rm p} = 0$, $v_{\rm o} = +2V$

(d)
$$v_{\rm n} = v_{\rm p} = +2V$$
, $v_{\rm o} = +2V$

- **9.6** 图题 9.6 所示放大电路中,已知 A_1 、 A_2 都是理想运算放大器。
- (1) 写出输出电压 v_o的表达式。
- (2) 已知输出电压 $v_0 = -5.2V$,问输入电压 $v_{i1} = ?$ 电阻 R_6 中的电流i = ?



图题 9.6

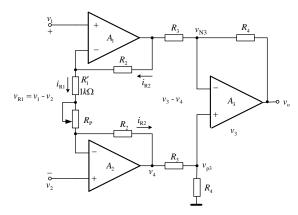
解:

(1)
$$v_o = \frac{R_6}{R_3} \frac{R_2}{R_1} v_{i1} - \frac{R_6}{R_4} v_{i2} - \frac{R_6}{R_5} v_{i3}$$

(2) $v_o = -5.2 \text{V}$ 时,输入电压 $v_{i1} = -0.1 \text{V}$,电阻 R_6 中的电流

$$i = \frac{0 - v_o}{R_6} = 0.26 mA$$

9.8 仪用放大器电路如图题 9.8 所示,设电路中 $R_4=R_3$, R_1 为一固定电阻, $R_1'=1$ kΩ 和一电位器 R_P 串联,若要求电压增益在 5~400 之间可调,求所需电阻 R_2 、 R_P 的阻值范围。并选取 R_2 、 R_3 、 R_4 和 R_P ,但电路中每个电阻值必须小于 250kΩ。



图题 9.8

解: $A_{\text{vd}} = -\frac{R_4}{R_3}(1 + \frac{2R_2}{R_1})$,当最大增益 $|A_{\text{vdmax}}| = 400$ 时,设 $R_1 = R_1' + R_p$,当 $R_1 = R_1' = 1$ k Ω ,

得

$$400 = \frac{R_4}{R_3} (1 + \frac{2R_2}{R_1'}) = 1(1 + \frac{2R_2}{1\text{k}\Omega})$$

 $R_2 = [(400-1)/2] \text{k}\Omega = 199.5 \text{k}\Omega$, $\Re R_2 = 200 \text{k}\Omega$

最小电压增益|A_{vdmin}|=5时,为

$$5 = 1(1 + \frac{2 \times 200}{1 + R_{p}})$$

$$R_{\rm p} = \frac{400 - 4}{4} \, \text{k}\Omega = 99 \text{k}\Omega$$
, $R_{\rm p} = 100 \text{k}\Omega$

取 $R_3=R_4=51$ k Ω , $R_2=200$ k Ω , $R_p=100$ k Ω (电位器)可满足 $A_{\rm vd}$ 在(5~400)之间可

调。

9.9 设计一反相加法器,使其输出电压 $v_{\rm o} = -(7v_{\rm i1}+14v_{\rm i2}+3.5v_{\rm i3}+10v_{\rm i4})$,允许使用的最大电阻为 280kΩ,求各支路的电阻。

解: 设反相加法器各支路的电阻为 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 ,反馈支路电阻为 R_5 。由 $v_0 = -(7v_{i1} + 14v_{i2} + 3.5v_{i3} + 10v_{i4})$ 可写为

$$v_{\rm o} = -(\frac{R_5}{R_1}v_{i1} + \frac{R_5}{R_2}v_{i2} + \frac{R_5}{R_3}v_{i3} + \frac{R_5}{R_4}v_{i4})$$

最大电阻应为 R_5 , 故选 $R_5 = 280$ k Ω , 所以各支路电阻分别为

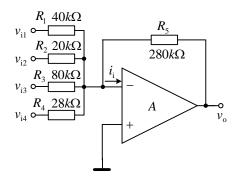
$$R_{1} = \frac{R_{5}}{7} = \frac{280k\Omega}{7} = 40k\Omega$$

$$R_{2} = \frac{R_{5}}{14} = \frac{280k\Omega}{14} = 20k\Omega$$

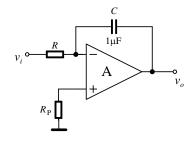
$$R_{3} = \frac{R_{5}}{3.5} = \frac{280k\Omega}{3.5} = 80k\Omega$$

$$R_{4} = \frac{R_{5}}{10} = \frac{280k\Omega}{10} = 28k\Omega$$

由己计算出的电阻值,可画出设计的反相加法器如下图所示。



9.13 图题 9.13 所示积分电路中,已知 A 为理想运算放大器,初始状态为 t=0 时, $v_0(0)=1V$ 。若突然加 2V 的输入电压 v_i ,经 0.1s 输出电压 $v_0=-1V$,问电阻 R=?

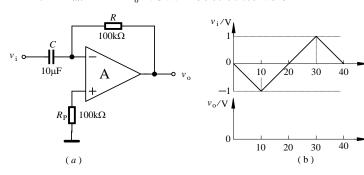


图题 9 13

解:
$$v_o = -\frac{1}{RC} \int_0^t v_i dt + v_o(0) = -\frac{V_i t}{RC} + v_o(0)$$

$$R = \frac{V_{i}t}{[v_{o}(t) - v_{o}(0)]C} = 100k\Omega$$

9.16 微分运算电路如图题 9.16 (a) 所示,图题 9.16 (b) 为输入电压 ν_i 波形图,A 为理想运算放大器。试画出输出电压 ν_o 的波形,并标明有关数值。



图题 9.16

解:

$$v_o = -RC\frac{dv_i}{dt} = -\frac{dv_i}{dt}$$

波形如下图所示

