

8.1 在某压力测量系统中，传感器后需要接一个电压型放大器做预处理，已知传感器内阻千欧级，噪声明显，请问选取运放时应考虑哪些参数的选择？若工作环境温度较高，还应该考虑什么参数指标？

解：考虑输入电阻、共模抑制比、输入共模差模电压范围；若环境温度较高，还应该考虑失调电压。

8.2 现已知高阻运放芯片 CA3140 的部分主要指标为：

项目	单位	参数
输入失调电压 V_O	μV	5000
输入失调电压温度漂移	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	8

(1) 计算该芯片在 25°C 时，温度引起的失调电压 V_e 。

(2) 计算出输入失调电压 V_O 与温度引起的失调电压 V_e 的比值。

(3) 输入失调电压 V_O 可以在工作范围的中心温度处通过调零消除，计算芯片工作在 25°C 时，输入信号为 $V_i=10\text{mV}$, 100mV , 500mV 时的相对误差（失调电压/输入信号）。

解：(1) $V_e=25\times 8\mu\text{V}=200\mu\text{V}$ ；

(2) $V_O/V_e=25\mu\text{V}/\mu\text{V}$

(3) $V_i=10\text{mV}$ 相对误差 $1=V_e/V_i=2\%$

$V_i=100\text{mV}$ 相对误差 $2=V_e/V_i=0.2\%$

$V_i=500\text{mV}$ 相对误差 $1=V_e/V_i=0.04\%$

8.3 集成运放 LM324 的 $S_R=0.5\text{V}/\mu\text{s}$ ，当工作信号频率为 10kHz 时，输出电压最大不失真幅度为多少？

解：设 $v_o = V_m \sin \omega t$ ，则：

$$\frac{dv_o}{dt} = \omega \cdot V_m \cdot \cos \omega t, \text{ 令 } \omega \cdot V_m = S_R = 0.5\mu\text{V}/\text{s}, \text{ 得:}$$

$$V_m = 0.5 \times \frac{1}{\omega} = 0.5 \times \frac{1}{2 \times \pi \times f} \approx 8\text{V}$$

8.4 使用 $\text{GBW}=2\text{MHz}$, $S_R = 1\text{V}/\mu\text{s}$ 以及 $V_{op} = 10\text{V}$ 的运算放大器来设计标称增益为 10V/V 的

同相放大器。假设输入是峰值幅度为 V_i 的正弦波。

(1) 如果 $V_i = 0.25\text{V}$ ，那么在输出发生失真之前最大频率为多少？

(2) 如果 $f = 20\text{kHz}$ ，那么在输出发生失真之前的 V_i 最大值为多少？

(3) 如果 $V_i = 50\text{mV}$ ，那么有用的工作频率范围为多少？

(4) 如果 $f = 5\text{kHz}$ ，那么有用的输入电压范围为多少？

解： $\text{GBW}=2\text{MHz}$ ，所以该同相放大器 3dB 带宽为 $f_{3\text{dB}}=200\text{kHz}$

(1) $V_i=0.25\text{V}$ 时， $V_o=2.5\text{V}<V_{op}$

$$\text{则全功率带宽 } f_M = \frac{SR}{2\pi V_o} = 63.69\text{kHz} < f_{3\text{dB}}$$

发生失真前最大频率为 63.89kHz

(2) $V_o = \frac{SR}{2\pi f} = 7.96\text{V} < V_{op}$ ，所以 $V_i = \frac{V_o}{A_v} = 0.796\text{V}$

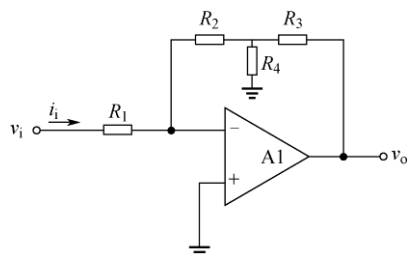
(3) $V_i=50\text{mV}$ 时， $V_o=0.5\text{V}<V_{op}$

$$\text{则全功率带宽 } f_M = \frac{SR}{2\pi V_o} = 318.45\text{kHz} > f_{3dB}$$

发生失真前最大频率为 200kHz

$$(4) V_o = \frac{SR}{2\pi f} = 31.84\text{V} > V_{OP}, \text{ 所以 } V_i = \frac{V_{OP}}{A_v} = 1\text{V}$$

8.5 理想运算放大器构成的电路如图题 8.1 所示，试求 v_o 表达式。



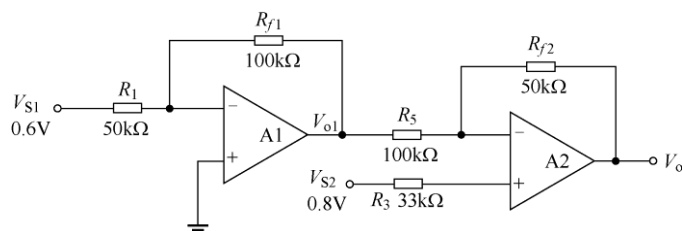
图题 8.1

解：

$$\frac{v_i}{R_1} = \frac{0 - v_x}{R_2} = \frac{v_x}{R_4} + \frac{v_x - v_o}{R_3}$$

$$v_o = -\frac{R_3}{R_1} \left[\left(\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3} \right) R_2 + 1 \right] v_i$$

8.6 电路如图题 8.2 所示，假设运放是理想的，试求输出电压 V_o 的值。



图题 8.2

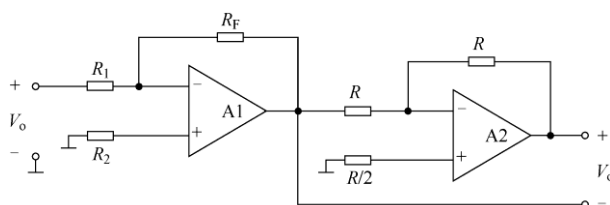
解：

$$V_{o1} = -\frac{R_{f1}}{R_1} V_{s1} = -\frac{100\text{k}}{50\text{k}} \times 0.6 = -1.2\text{V}$$

$$\frac{V_{o1} - V_-}{R_2} = \frac{V_- - V_o}{R_{f2}}, \quad V_{s2} = V_+ = V_-$$

$$V_o = \left(1 + \frac{R_{f2}}{R_2} \right) V_{s2} - \frac{R_{f2}}{R_2} V_{o1} = \left(1 + \frac{50\text{k}}{100\text{k}} \right) \times 0.8\text{V} - \frac{50\text{k}}{100\text{k}} \times (-1.2\text{V}) = 1.8\text{V}$$

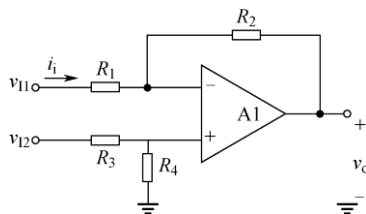
8.7 求出如图题 8.3 所示电路在理想情况下 v_i 与 v_o 的函数关系式。



图题 8.3

解: $v_{o1} = -\frac{R_F}{R_1} v_i$, $v_o = -\frac{R}{R} v_{o1} - v_{o1}$, $v_o = \frac{2R_F}{R_1} v_i$

8.8 设计如图题 8.4 的电路成为一个差分放大器, 要求输入电阻为 $20\text{k}\Omega$, 增益为 10, 确定 4 个电阻取值。



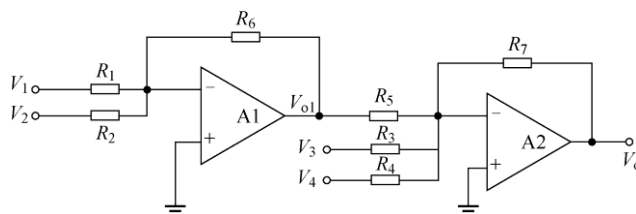
图题 8.4

解:

$$R_i = R_1 + R_3 = 2R_1 = 20\text{k}\Omega, \quad R_1 = R_3 = 10\text{k}\Omega$$

$$v_o = \frac{R_2}{R_1}(v_{I2} - v_{I1}), \quad A_v = \frac{R_2}{R_1}, 10 = \frac{R_2}{10\text{k}}, \quad R_2 = R_4 = 100\text{k}\Omega$$

8.9 设计如图题 8.5 所示电路, 实现: $v_o = v_{i1} + 2v_{i2} - 3v_{i3} - 4v_{i4}$ 。



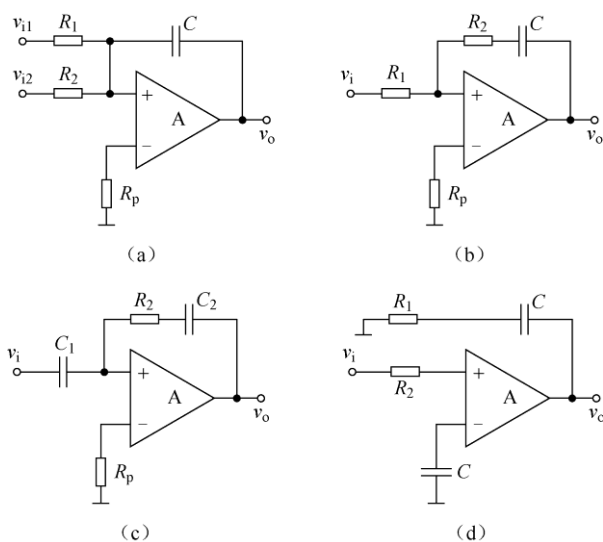
图题 8.5

解: 由图可得 $v_o = -\frac{R_7}{R_5} v_{o1} - \frac{R_7}{R_3} v_3 - \frac{R_7}{R_4} v_4 = \frac{R_7}{R_5} \left(\frac{R_6}{R_1} v_1 + \frac{R_6}{R_2} v_2 \right) - \frac{R_7}{R_3} v_3 - \frac{R_7}{R_4} v_4$

取 $R_3 = 40\text{k}\Omega$, 则 $R_7 = 120\text{k}\Omega$, $R_4 = 30\text{k}\Omega$

取 $R_5 = 120\text{k}\Omega$, $R_2 = 10\text{k}\Omega$, 则 $R_6 = 20\text{k}\Omega$, $R_1 = 20\text{k}\Omega$

8.10 试分别写出图题 8.6 所示各电路的输入电压与输出电压的关系表达式。



图题 8.6

解：利用节点电流法，可以解除各电路的运算关系分别如下：

$$(a) v_o = -\frac{1}{C} \int \left(\frac{v_{i1}}{R_1} + \frac{v_{i2}}{R_2} \right) dt$$

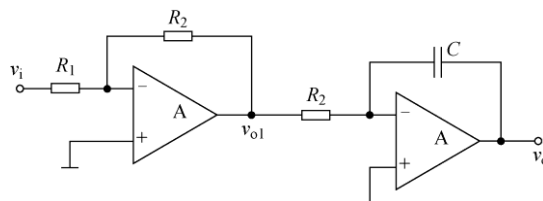
$$(b) v_o = -\frac{R_2}{R_1} v_1 - \frac{1}{R_1 C} \int v_i dt$$

$$(c) v_o = -RC_1 \frac{dv_i}{dt} - \frac{C_1}{C_2} v_i$$

$$(d) v_o = \frac{1}{RC} \int v_i dt$$

8.11 电路如图题 8.7 所示， $R_1=10\Omega$ ， $R_2=20\Omega$ ， $C=1\mu\text{F}$ ， $V_I=0.1\text{V}$ ，运放的电源电压为 $\pm 15\text{V}$ ， $V_C(0)=0\text{V}$ 试求：

- (1) 接通电源电压后，输出电压 v_o 由 0 上升到 10V 所需的时间是多少？
- (2) 当 $t=2\text{s}$ 时，输出电压约为多少？



图题 8.7

解

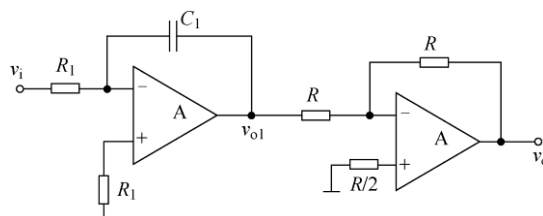
$$(1) v_o = \frac{1}{R_2 C} \int_0^t \frac{R_2}{R_1} V_I dt = \frac{V_I t}{R_1 C} = 10^4 t$$

v_o 由 0 上升到 10V 时 $t = 1\text{ms}$

$$(2) v_o = \frac{1}{R_2 C} \int_0^t \frac{R_2}{R_1} V_I dt = \frac{V_I t}{R_1 C} = 10^4 t = 2 \times 10^4 V > 15V$$

所以 $v_o = 15V$

8.12 电路如图题 8.8 所示，求输出电压 v_o 与输入电压 v_i 之间运算关系的表达式。



图题 8.8

$$\text{解: } \because v_{o1} = -[1/(R_1 C_1)] \int v_i dt$$

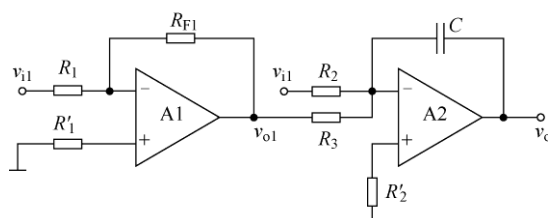
$$\text{又 } v_o = -v_{o1}$$

$$\therefore v_o = [1/(R_1 C_1)] \int v_i dt$$

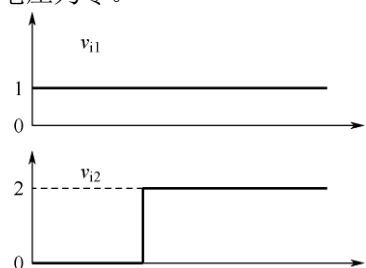
8.13 在图题 8.9 所示电路中：

(1) 写出 v_o 的表达式；

(2) 设 v_{i1} 、 v_{i2} 的波形如图 8.9 (b) 所示， $R_1, R_2, R_3, R_{F1} = 100k\Omega$ ， $C = 0.01mF$ 试画出 v_o 的波形。在图上标出 $t=1s$ 和 $t=2s$ 时的 v_o 值。设 $t=0s$ 时电容上的电压为零。



(a)



(b)

图题 8.9

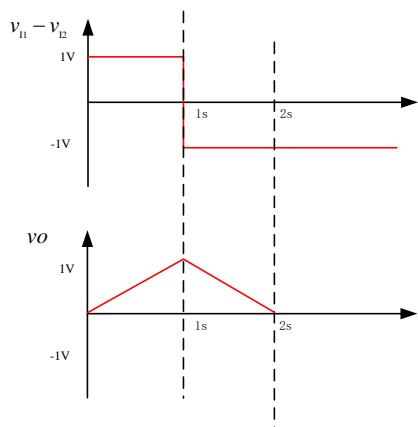
解：(1) A1 构成的电路为反相比例电路，A2 构成的电路为积分电路，则

$$v_{o1} = -\frac{R_{F1}}{R_1} \cdot v_{i1} = -v_{i1}$$

$$\begin{aligned} v_o &= -\frac{1}{R_2 C} \int v_{i2} dt - \frac{1}{R_3 C} \int v_{o1} dt = -\left[\frac{1}{R_2 C} \int v_{i2} dt - \frac{R_{F1}}{R_1 R_3 C} \int v_{i1} dt \right] \\ &= \int v_{i1} dt - \int v_{i2} dt = \int (v_{i1} - v_{i2}) dt \end{aligned}$$

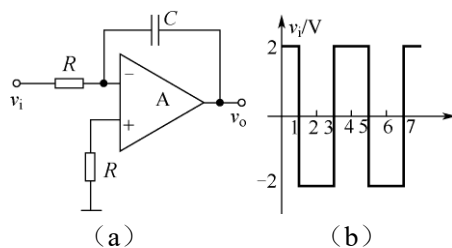
(2) v_o 的波形如图所示，其中 $t=1s$ 时，

$$v_o = 1V, \quad t=2s \text{ 时}, \quad v_o = 0V$$



8.14 电路如图题 8.10 (a) 所示, 输入电压 v_i 的波形为如图 8.10 (b) 所示的方波, 周期 $T = 4\text{s}$ 秒, 幅值为 $\pm 2\text{V}$; 运放的最大输出电压幅值为 $\pm 10\text{V}$; $R = 1\text{M}\Omega$, $C = 1\mu\text{F}$, $t = 0$ 时的 $v_c(0) = 0$ 。试求:

- (1) 根据定的参数, 列出 $t = 1 \sim 3$ 秒内输出电压 v_o 的表达式;
- (2) 计算 $t = 1, 2, 3\text{s}$ 时 v_o 的值;
- (3) 画出输出电压 v_o 的波形。



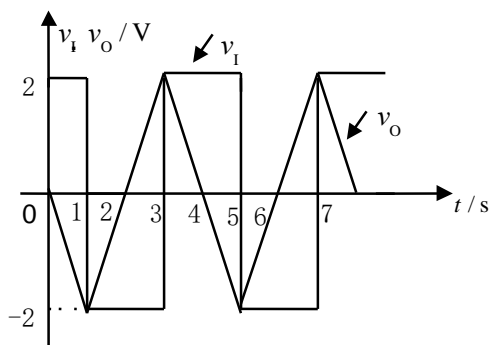
图题 8.10

解: (1) $v_o = 2(t-1) - 2$

(2) $t = 1\text{s}$ 时, $v_o = -2\text{V}$;

$t = 2\text{s}$ 时, $v_o = 0\text{V}$;

$t = 3\text{s}$ 时, $v_o = 2\text{V}$;



$$1 \sim 3 \text{秒内: } v_o = -\frac{1}{RC} \int_1^t v_i dt + v_o(1)$$

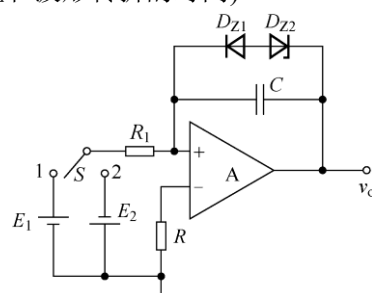
$$= -\int_1^t (-2) dt - \int_0^1 2 dt$$

$$= 2t \Big|_1^t - 2t \Big|_0^1 = 2t - 2 - 2$$

$$= 2(t-1) - 2$$

8.15 电路如图题8.11所示, 稳压管 D_{z1} , D_{z2} 的稳定电压 $V_{z1} = V_{z2} = 8\text{V}$, 正向压降忽略不计, $R_1 = 100\text{k}\Omega$, $C = 10\mu\text{F}$, $E_1 = E_2 = 4\text{V}$, $V_c(0) = 0$ 。 $t = 0$ 时开关K合到"1", 当 $t = 3\text{s}$ 时, K立即转合到"2"。要求:

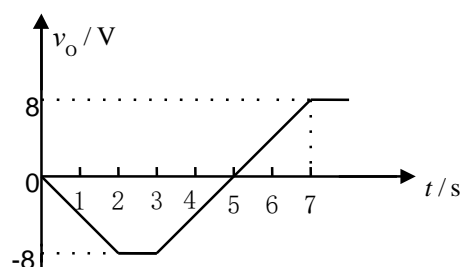
- (1) 说明 D_{z1} 、 D_{z2} 在电路中所起的作用。
- (2) 画出 v_o 的波形(标出幅值和波形转折的时间)。



图题8.11

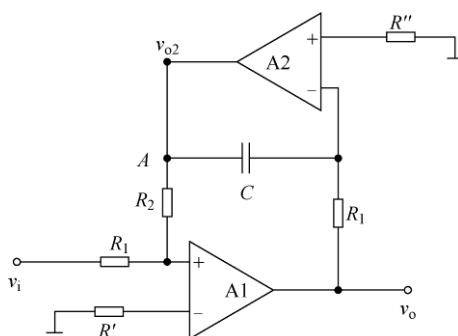
解: (1) D_{z1} , D_{z2} 对输出电压 v_o 进行正、负限幅

(2) v_o 的波形如图所示



8.16 电路如图题 8.12 所示, 要求:

- (1) 写出输出电压 v_o 与输入电压 v_i 之间关系的表达式;
- (2) 由关系式说明是何种运算电路?



图题 8.12

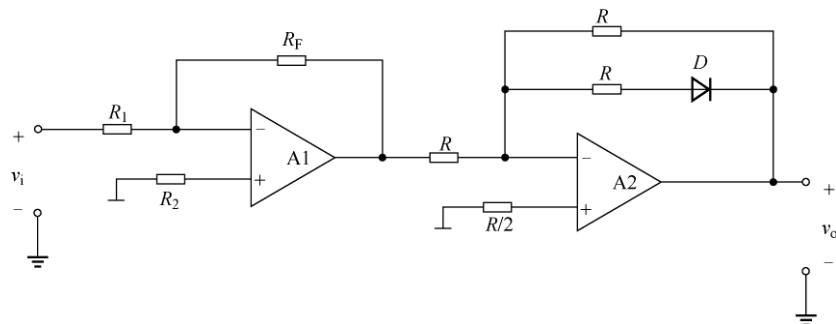
解: (1) A_2 的输出电压 $v_{o2} = -\frac{1}{R_1 C} \int_0^t (v_o) dt$

$$\text{又 } \frac{v_i}{R_1} = -\frac{v_{o2}}{R_2}$$

$$\text{因此 } v_o = R_2 C \frac{dv_i}{dt}$$

(2) A_2 为积分电路. A_1 、 A_2 组成微分电路。

8.17 设 D 为理想二极管, 求出图题 8.13 所示电路在理想情况下 v_o 与 v_i 的函数关系式。



图题 8.13

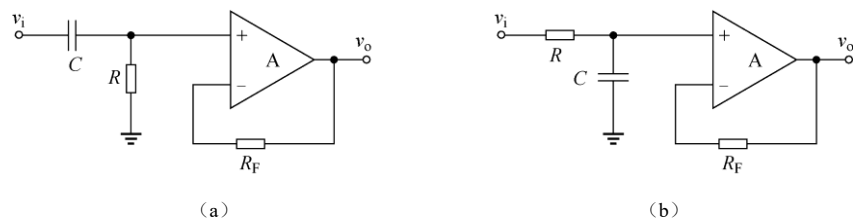
解:

$$v_{o1} = -\frac{R_F}{R_1} v_i$$

$$(1) \text{ 若 } v_i < 0, v_o = -\frac{R/2}{R} v_{o1} = \frac{R_F}{2R_1} v_i$$

$$(2) v_i > 0, v_o = -\frac{R}{R} v_{o1} = \frac{R_F}{R_1} v_i$$

8.18 分别推导图题 8.14 所示电路的增益表达式, 并说明它们是哪种类型的滤波器。



图题 8.14

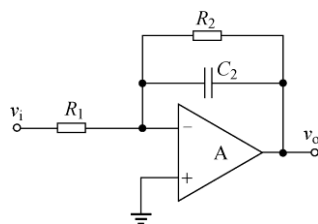
解: 对于图(a)

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega RC}}, \text{ 为高通滤波器, 截止角频率 } \omega_L = \frac{1}{RC}$$

对于图(b)

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 + j\omega RC}, \text{ 为低通滤波器, 截止角频率 } \omega_H = \frac{1}{RC}$$

8.19 已知电路图如图题 8.15 所示, 且 $R_1 = 10\text{k}\Omega$, 设计一个 $f_h = 10\text{kHz}$, $|A_m| = 10$ 的有源滤波器, 计算出 R_2 和 C_2 的值。



图题 8.15

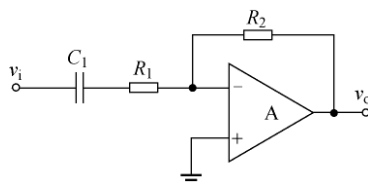
解: 电路传输函数 $H(j\omega) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_2 / R_1}{1 + j\omega R_2 C_2}$

令 $R_1 = 10\text{k}\Omega$, $\therefore A_m = 10$, $\therefore R_2 = 100\text{k}\Omega$ 。

3dB 频率由 R_2 和 C 决定, $\omega_h = \frac{1}{R_2 C_2}$, $f_h = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} = 10\text{kHz}$

$$\therefore C_2 = \frac{1}{2\pi R_2 f_h} = \frac{1}{2\pi \times 100 \times 10^3 \times 10 \times 10^3} = 159\text{pF}$$

8.20 已知电路图如图题 8.16 所示, 且 $R_{in} = 100\text{k}\Omega$, 设计一个 $f_L = 100\text{kHz}$ 、带通增益为 1V/V 的有源滤波器, 并计算出 R_1 , R_2 , C_1 的值。



图题 8.16

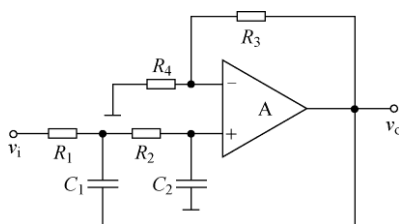
解: 传输函数 $H(j\omega) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_2 / R_1}{1 + 1/j\omega R_1 C_1}$

3dB 频率 $\omega_L = \frac{1}{R_1 C_1}$, $-\frac{R_2}{R_1} = -1$,

$\therefore R_{in} = 100\text{k}\Omega$, 故令 $R_1 = 100\text{k}\Omega$, $R_2 = 100\text{k}\Omega$

$$C_1 = \frac{1}{2\pi f_L R_1} = \frac{1}{2\pi \times 10^5 \times 100} = 15.9\text{nF}$$

8.21 已知二阶滤波器电路图如图题 8.17: (1) 图中二阶滤波器是哪种滤波器? (2) 图中 C_1 电容引入的是正反馈还是负反馈? 并解释原因。(3) $R_1 = R_2$, $C_1 = C_2$, 截止频率为 200Hz , 求 R_1 和 C_1 (电容不大于 $1\mu\text{f}$)。



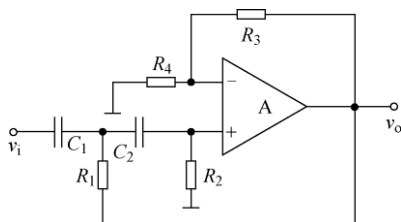
图题 8.17

解：（1）低通滤波器

（2）正反馈

$$(3) f = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} = 200\text{Hz}, \quad R_2 C_2 = 7.96 \times 10^{-4}, \quad R_1 = R_2 = 1\text{k}\Omega, \quad C_1 = C_2 = 0.8\mu\text{F}$$

8.22 已知二阶滤波器电路图如图题 8.18, (1) 图中二阶滤波器是哪种滤波器? (2) $R_1 = R_2 = 2\text{k}\Omega$, $C_1 = C_2 = 0.5\mu\text{F}$, 求滤波器的截止频率? (3) 写出滤波器频率响应 $A_v(s)$ 表达式。



图题 8.18

解：（1）高通滤波器

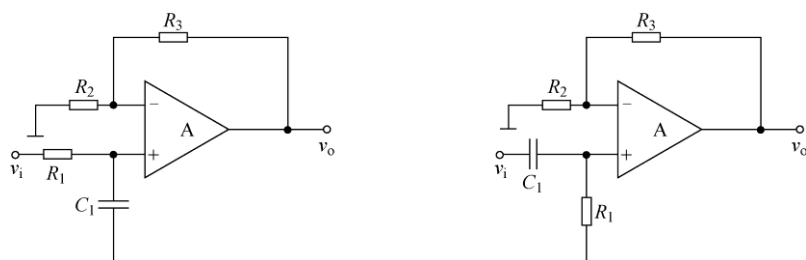
$$(2) f_c = \frac{1}{2\pi RC} = 318\text{Hz}$$

$$(3) A_v(s) = -\frac{R_4}{R_3(sC_2R_2 + 1)(sC_1R_1 + 1)}$$

8.23 带通滤波器的截止频率分别为 3.0KHz 和 3.9KHz, 求滤波器的带宽和 Q 值。

$$\text{解: } BW = 900\text{Hz}, \quad f_0 = \sqrt{f_1 f_2} = 3.42\text{kHz}, \quad Q = \frac{f_0}{BW} = 3.8$$

8.24 如图题 8.19 所示两个滤波器的截止频率分别为 200Hz 或 300Hz, 由两个滤波器组合成一个 100Hz 的带通滤波器, 画出组合电路并写出每个滤波器的截止频率。



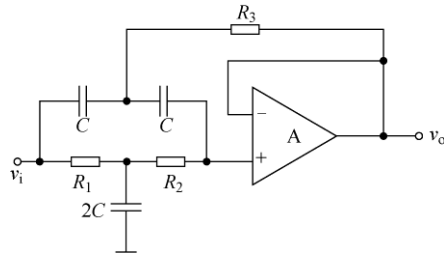
图题 8.19

解: 将左边为低通滤波器, 右边为高通滤波器, 低通滤波器截止频率为 300Hz, 高通为 200Hz, 将左边的输出接到右边的输入。

8.25 如图题 8.20 所示为二阶带阻滤波器, 求:

(1) $R_1 = R_2 = 1\text{k}\Omega$, $C = 0.5\mu\text{F}$, 求出带阻滤波器的中心频率?

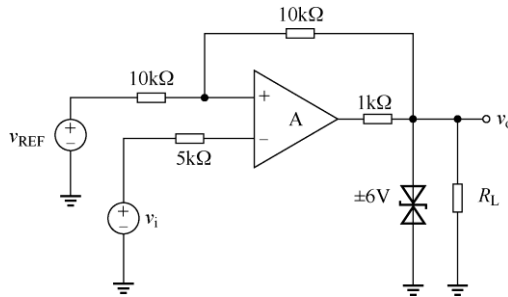
(2) 设带阻滤波器的截止频率上下限分别为 f_1 和 f_2 , 画出滤波器的幅频响应曲线。



图题8.20

解：此题有误，不提供参考答案。

8.26 由集成运放构成的电路如图题 8.21 所示，已知 $V_{REF}=2V$ 求上下限电压 V_{HL}, V_{TL} 以及迟滞宽度 ΔV 。



图题 8.21

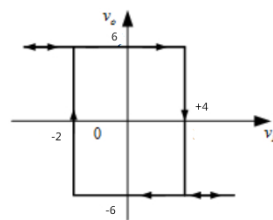
解： $V_- = v_i$, $V_+ = V_{REF} \frac{10k}{10k+10k} + v_o \frac{10k}{10k+10k} = \frac{1}{2} \times 2 + \frac{1}{2} v_o = 1 + 0.5v_o$

当 $V_- = V_+$ 时，输出发生跳变， $v_i = 1 + 0.5v_o$

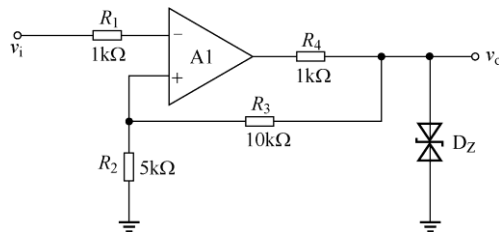
$V_{TH} = 1 + 0.5 \times V_{om} = 1 + 0.5 \times 6 = 4V$

$V_{TL} = 1 + 0.5 \times (-V_{om}) = 1 + 0.5 \times (-6) = -2V$

$\Delta V = V_{TH} - V_{TL} = 4 - (-2) = 6V$



8.27 电压比较器电路如图题 8.22 所示，已知双向稳压管 $V_Z=+9V$ ，运放的最大输出电压 $+14V$ ，试画出比较特性 ($v_o \sim v_i$ 的关系曲线)。

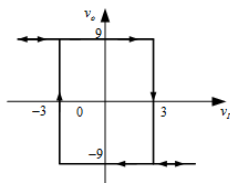


图题 8.22

解：当 $V_- = V_+$ 时，输出发生跳变

$$V_- = V_+, \quad V_+ = v_o \frac{R_2}{R_2 + R_3}, \quad v_i = v_o \frac{R_2}{R_2 + R_3} = \frac{1}{3} v_o$$

当 $v_o = 9\text{V}$ 时, $V_{TH} = 3\text{V}$ 。当 $v_o = -9\text{V}$ 时, $V_{TL} = -3\text{V}$ 。

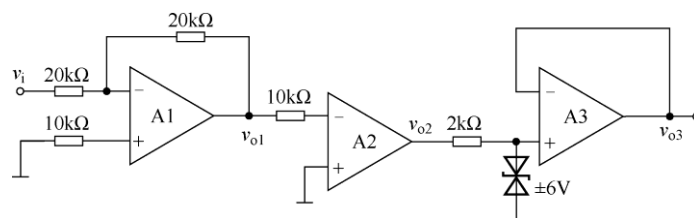


8.28 电路图题 8.23 所示, A_1 、 A_2 、 A_3 均为理想集成运放, 其最大输出电压为 $\pm 12\text{V}$ 。

(1) 集成运放 A_1 、 A_2 、 A_3 各组成何种基本应用电路?

(2) 集成运放 A_1 、 A_2 、 A_3 各工作在线性区还是非线性区?

(3) 若输入信号 $v_i = 10\sin\omega t$ (V), 对应画出相应的 v_{o1} 、 v_{o2} 和 v_{o3} 的波形, 并在图中标出有关电压的幅值。

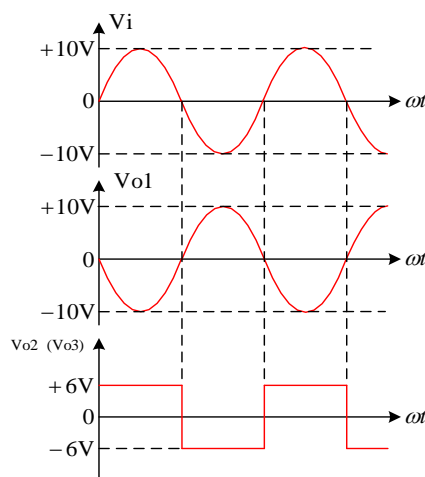


图题 8.23

解: (1) A_1 : 反相比例电路; A_2 : 过零电压比较器; A_3 : 电压跟随器。

(2) A_1 : 线性区; A_2 : 非线性区; A_3 : 线性区。

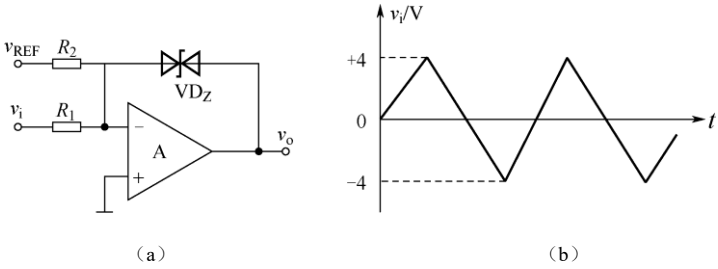
(3) 波形如图



8.29 如图题 8.24 所示的单限比较器电路中, 假设集成运放为理想运放, 参考电压 $V_{REF} = -3\text{V}$, 稳压管的反向击穿电压 $V_Z = \pm 5\text{V}$, 电阻 $R_1 = 20\text{k}\Omega$, $R_2 = 30\text{k}\Omega$:

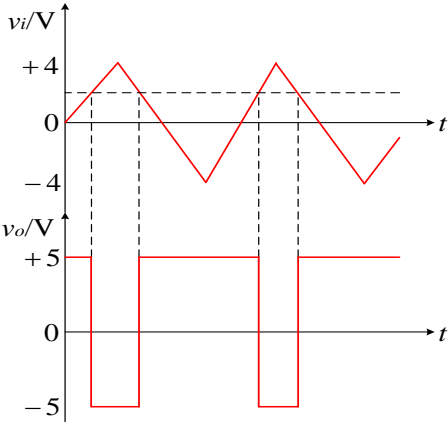
(1) 试求比较器的门限电平, 并画出电路的传输特性;

(2) 若输入电压 V_i 是图 (b) 所示幅度为 $\pm 4\text{V}$ 的三角波, 试画出比较器相应的输出电压 V_o 的波形。

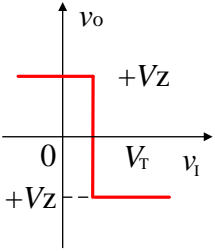


图题 8.24

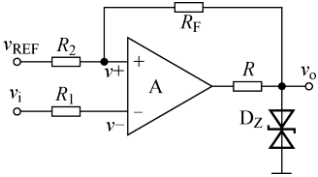
解: (1) 门限电平为: 传 $V_T = -R_1/R_2 * V_{REF} = 2\text{V}$ 输特性如图所示



(2) 输出电压波形如下图所示:



8.30 如图题 8.25 所示的滞回比较器电路中, 已知 $R_1 = 68\text{ k}\Omega$, $R_2 = 100\text{ k}\Omega$, $R_F = 200\text{ k}\Omega$, $R = 2\text{ k}\Omega$, 稳压管的 $V_Z = \pm 6\text{ V}$, 参考电压 $V_{REF} = 8\text{ V}$, 试估算其两个门限电平 V_{T+} 和 V_{T-} , 以及门限宽度 ΔV_T 的值, 并画出滞回比较器的传输特性。

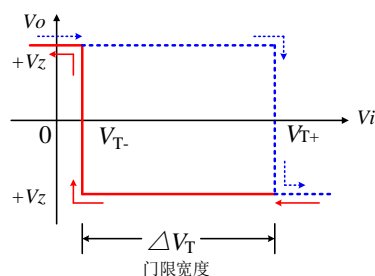


图题 8.25

解：本题意图是理解滞回比较器的工作原理和传输特性，学习估算滞回比较器的门限电平和门限宽度。

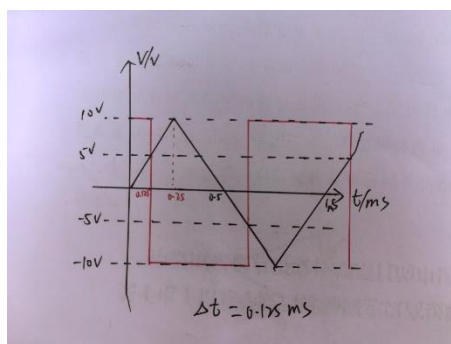
$$V_{T+} = R_F / (R_F + R_2) * V_{REF} + R_2 / (R_F + R_2) * V_Z = 200 / (200 + 100) * 8 + 100 / (200 + 100) * 6 = 7.3 \text{ (V)}$$

$$V_{T-} = R_F / (R_F + R_2) * V_{REF} - R_2 / (R_F + R_2) * V_Z = 3.3 \text{ V}$$

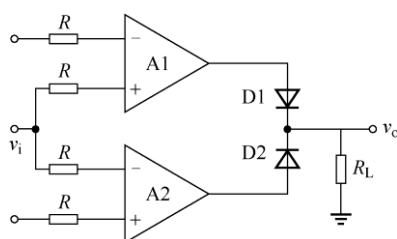


8.31 设计具有同相传输特性的双稳态电路，设 $v_{omax} = -v_{omin} = 10\text{V}$ ， $V_{TH} = -V_{TL} = 5\text{V}$ 。假如 v_i 是均值为 0V 、幅度为 10V 的三角波，周期是 1ms ，画出输出信号 v_o 的波形。求 v_i 和 v_o 过零点之间的时间间隔。

解：



8.32 若将正弦信号 $v_i = V_m \sin \omega t$ 加到图题 8.26 所示电路中，并设 $V_A = +10\text{V}$ ， $V_B = -10\text{V}$ ，集成运放 A_1 、 A_2 的最大输出电压 $V_{OM} = \pm 12\text{V}$ ，二极管的正向导通电压 $V_{D(on)} = 0.7\text{V}$ ，试画出对应的输出电压波形，并说明该电路是何种电路。



图题 8.26

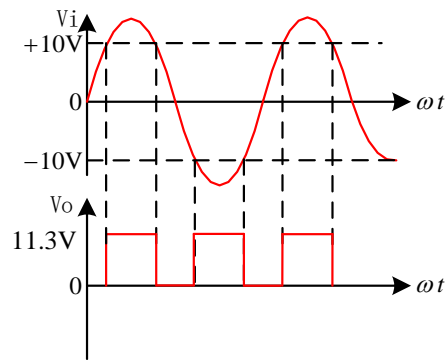
解：由电路分析可知

$$V_{TH} = +10\text{V}, V_{TL} = -10\text{V}$$

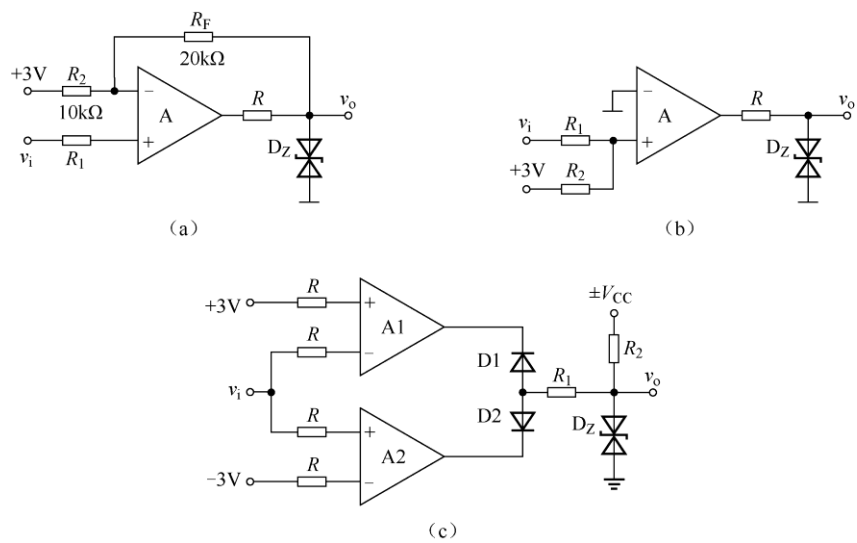
当 $v_i > 10\text{V}$ 或 $v_i < -10\text{V}$ 时， $V_o = (12 - 0.7)\text{V} = 11.3\text{V}$

当 $-10\text{V} < v_i < 10\text{V}$ ， $V_o = 0\text{V}$ 。

故该电路为双限比较器，其输出电压波形如图所示。



8.33 试分别求出图题 8.27 所示电路的电压传输特性。



图题 8.27

解：(a) 为反相输入的滞回比较器(b)为单限比较器

(c) 为窗口比较器，其传输特性如下图所示。

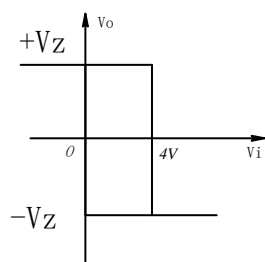


图 (a) 所示电路传输特性

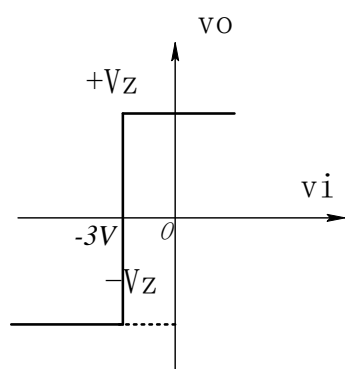
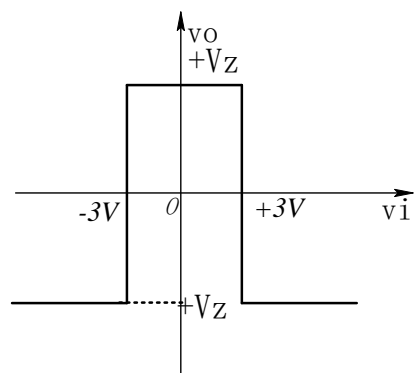


图 (b) 所示电路传输特性图



(c) 所示电路传输特性